L. VENTURA

Scienza e conoscenza

ossia

Il problema della scienza

NELLA SUA STORIA

Sommario di Filosofia per i Licei Scientifici

Vol. II.

FIRENZE
LUIGI BATTISTELLI
Editore

SEZIONE I.

La grande questione del sistema tolemaico e copernicano.

CAP. I.

La nuova scienza.

1. — La nuova intuizione del mondo, sorta col rinascimento, si afferma soltanto dopo lunga ed aspra lotta, dopo aver cioè faticosamente combattuto contro tutta la precedente filosofia aristotelico-medioevale, così saldamente architettata e così potentemente radicata nella coscienza dell'umanità, attraverso i non pochi secoli in cui aveva regnato sovrana. Però dal lento e intrinseco logorìo della vecchia scienza si genera quella che, con Galileo, vien chiamata la *nuova scienza,* non diversa dal *naturalismo* del secolo precedente, ma da esso anzi creata ed alimentata. Essa stessa è il meglio del naturalismo. La mente umana, avida di ricerca, bramosa di nuove verità, vuol conoscere sempre meglio e sempre più a fondo il mistero dell'universo che ci circonda, le leggi che regolano il cosmo, la causa dei fenomeni fisici. Quindi, anche questa nuova scienza è pur sempre conoscenza del *mondo esterno,* come nel periodo naturalistico della scienza greca, ma colla differenza che qui v'è di mezzo tutto il cristianesimo e la maggior coscienza critica del valore, della dignità e

della illimitata potenza del nostro intelletto. Frutto di questa coscienza è la lotta per l' indipendenza della ragione umana dal principio di *autorità*, è la lotta contro Aristotele e contro la scolastica che abbiamo visto ingaggiata più o meno apertamente e più o meno violentemente dai filosofi del rinascimento e dagli umanisti in genere. È vero che in principio si cercò di richiamare in vita Platone o anche di ammodernare Aristotele, ma se ciò fu possibile in un primo momento, abbiamo anche visto che con Telesio, Bruno, Campanella e Copernico si tenta, se pur non si riesce, di rompere il compromesso colla scienza medioevale. E se anche questi filosofi o scienziati si dichiarano in apparenza ossequenti alla Chiesa cattolica e a quanto essa cerca d' imporre, tuttavia, in cuor loro, essi son quasi interamente fuori del vecchio mondo, contro il quale stanno a testimoniare le loro teorie e le loro scoperte, nonostante le estorte confessioni di abiure e di ritrattazioni.

2. — Ma intendiamoci. Questa nuova scienza non è ancora critica dell' intelletto umano: essa è, come ho detto, critica della *vecchia concezione* del mondo, ma resta pur sempre conoscenza del *mondo naturale*, dell' *oggetto* che è fuori dell' intelletto umano. Abbiamo già visto nel primo volume che l'antichità voleva spiegar l' universo fermandosi alla *contemplazione* di esso, riponendo tutto il problema conoscitivo (o problema della scienza) nella ricerca dell' elemento *originario*, del principio primordiale, volendo spiegare l'*essere* nel tempo e nello spazio; la scienza era la lettura dell' universo, o la scoperta di *leggi* come esistenti fuori del pensiero umano. Da questo *naturalismo* presocratico si staccò prima Socrate, poi Platone; ma mentre Socrate limita la sua ricerca nell' ambito della dialettica dei concetti, Platone

passa al polo opposto del naturalismo presocratico, staccando le Idee dalla materia (idealismo) e offrendoci una scienza fuori dell' universo visibile; idee oggettivamente date, ossia già create, e staccate dall' intelletto umano: insomma *natura* spirituale, ma pur sempre *natura* astratta. Lo sforzo fatto da Aristotele per conciliare le idee e la materia, la natura e lo spirito, non fu coronato da un plausibile successo; Aristotele finisce coll'aggirarsi in un dualismo che è in fondo alla realtà da lui concepita, la quale resta egualmente fuori dell' intelletto, che conosce sì le cose, ma le conosce appunto perchè le trova e le vede *realmente* fuori di sè.

Il medioevo sposta in Dio il problema conoscitivo e finisce nella teologia, come abbiamo visto. Ma non manca nello stesso periodo medioevale, e più verso la fine di esso, qualche tentativo di dominare piuttosto che sottostare alla *natura*: questo tentativo vorrebbe esser quello della cosidetta *magìa* (1), che non vuole essere una scienza contemplativa ma *fattiva,* cercando di impadronirsi (se fosse stato possibile!) delle forze occulte della natura, mirando a trasformare i prodotti e le forze naturali, per render l' uomo più potente. La stessa astrologia voleva essere una scienza non puramente contemplativa ma costruttiva o fattiva, perchè ebbe la pretesa di impossessarsi della conoscenza del *futuro,* colla predizione degli *eventi*, mediante la determinazione della posizione e dell' influsso degli astri.

Ma nessun *problema critico* dal punto di vista della conoscenza scientifica si propone il medioevo: e, anch'esso, staccandosi dalla natura, scioglie il problema senza porselo criticamente e va diritto all' oggetto che pensa di fronte, senza domandarsi se è indipendente dal

(1) Anche l'alchimia, come abbiamo visto nel 1° volume.

pensiero (1); perciò il medioevo vuol conoscere *dommaticamente, immediatamente*, staccando lo spirito dalla natura, rigettando questa e affisandosi nella conoscenza del puro spirito (teologia).

Il rinascimento finalmente ritorna alla posizione scientifica presocratica, naturalisticamente, ma con maggiore *mediazione* e maggiore *spiritualità*. Anzi divinizza la natura, esalta questo mondo materiale che racchiude in sè anche lo spirito, ma conoscitivamente non costruisce, piuttosto demolisce. Però al primo periodo del rinascimento segue un periodo naturalistico più fattivo, nel quale e pel quale al vecchio mondo si vuol contrapporre il nuovo, per quanto anche questo sia oggettivo, fuori dello stesso spirito umano, al quale è assegnato però il compito di scoprire le leggi e le verità naturali, di leggerle cioè non *passivamente* (ecco la novità) ma *liberamente*, mediante la *sola ragione* (senza *autorità* di chicchessia, nè divina nè umana) e coll'aiuto dei sensi e degli esperimenti. La scienza si vuole emancipare dalla metafisica; questa può ancora, se vuole, costruire ipotesi fantastiche o astratte, ma **la vera scienza** (che è quindi anche la vera filosofia) vuole essere conoscenza per leggi, conoscenza *razionale*, convalidata e controllata dall'esperienza (o esperimento), rendendosi indipendente da ogni altra branca del sapere.

Galilei, iniziatore e fondatore vero di questa nuova scienza, appunto perchè lotta a costituire indipendentemente dalla metafisica questo nuovo concetto di scienza, è per ciò stesso un filosofo, pur senza aver *forse* (e badate dico *forse*, ma non escludo l'opposto) coscienza chiara che la scienza è essa stessa costruzione dello

---

(1) Anzi lo presuppone senz' altro tale, e crede ad una esperienza immediata.

spirito, o meglio che lo *spirito costruisce la natura*, come di Galileo dirà piu tardi il Kant (1). Galilei infatti ama talvolta esser appellato col nome di filosofo, che per lui equivale a cultore della scienza nel più alto e nobile significato della parola.

E vera scienza (perciò *nuova*) è per lui quella che non ha altro fondamento e principio che l'*esperienza*: scienza è senz'altro sinonimo di esperienza, e filosofia e scienza fanno tutt'uno, « venendo così a concludere quella corrente di pensiero che iniziata da Rogero Bacone, con Leonardo, Patrizzi, Telesio, Fracastoro, Bruno, reagiva all'aristotelismo in nome dell'originalità dello spirito » (2).

3. — Alla stessa guisa che l'umanesimo si svolse dai rapporti politici e sociali degli Stati italiani, dando luogo ad un nuovo concetto e ad una nuova scienza dell'uomo, non diversamente, dalle fiorenti industrie delle città italiane, si sviluppò la scienza naturale meccanica. Volendo procurarsi i mezzi del potere, e della loro magnificenza, i signori dell'Italia finirono col proteggere le arti e le industrie, stimolando così le energie dei cittadini, che si adoperarono in nobile gara per riuscire in ricerche scientifiche e industriali. Anzi, la gara si stabilì anche tra città e città (tra Firenze, Pisa, Padova, Venezia, ecc.), cosicchè ciascuna di esse cercava di sorpassare le altre nelle abilità dei traffici e custodiva gelosamente le nuove invenzioni e le nuove mac-

---

(1) Cfr. KANT E. *Critica della ragion pura*. Trad. it. di Gentile e Lombardo-Radice. Bari, Laterza, 1910. Vol. I. Parte I. Prefazione alla 2ª Ediz. pp. 18-19.

(2) V. FAZIO-ALLMAYER. *Galileo Galilei*. Palermo, Sandron, (senza data) p. 16.

chine. « L'utilizzamento pratico delle energie della natura accrebbe la conoscenza dei loro modi di azione e risvegliò il desiderio di trovarne le leggi. L'apparire di un Leonardo o di un Galilei può soltanto comprendersi se si riconnette con l'industria italiana, così come il sorgere di un Pomponazzi e di un Machiavelli ci riesce intelligibile soltanto se considerato in relazione collo sviluppo intellettuale e colla politica d'Italia a quel tempo » (1). Così resta anche dimostrato come la pratica precede la teoria, l'arte cioè precede la scienza. Galilei infatti fa dire dal Salviati ai Veneziani: « Largo campo di *filosofare* agl'intelletti speculativi parmi che porga la frequente pratica del famoso arsenale di voi, signori veneziani, ed in particolare in quella parte che meccanica si domanda; attesochè quivi ogni sorta di strumento e di macchina vien continuamente posta in opera da numero grande di artefici.... » (2).

Quello che distingue questo nuovo periodo di attività scientifica è dunque il ritorno del pensiero riflesso sulla pratica, e il voler trovare le leggi di questa, non contentandosi più della osservazione passiva delle cose, non fermandosi più all'immediatezza della percezione

---

(1) H. Höffding. *Op. cit.* Vol. I, p. 153.

(2) Al Salviati Galilei fa rispondere, per bocca di Sagredo, in questa guisa: « Vostra Signoria non s'inganna punto, ed io, come per natura curioso, frequento per mio diporto la visita di questo luogo e la pratica di questi che noi, per certa preminenza che tengono sopra il resto della maestranza, domandiamo proti; la conferenza dei quali mi ha più volte aiutato nell'investigazione della ragione di effetti non solo meravigliosi, ma reconditi ancora e quasi inopinabili ». G. Galilei. *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze [Dialoghi delle nuove scienze]*. VIII. 49.

sensibile, ma cercando di indagare mediante quali leggi e da quali forze sia mosso e tenuto insieme il sistema del mondo, costituito dal pensiero sul fondamento della percezione. Il vecchio mondo aristotelico tagliava la strada a qualunque ricerca veramente scientifica. Telesio per primo sostituì alla forma aristotelica il concetto di *forza*, ma anche questo concetto è generico e indeterminato. Leonardo da Vinci aggiunge che la vera conoscenza della natura non è possibile senza l'intervento della matematica, e pone la *necessità* (causalità) come l'eterno vincolo, l'eterna *regola* della natura. Questa conoscenza della natura, mediante la matematica, ci è offerta dalla meccanica (« paradiso delle scienze matematiche »). Keplero, Galilei e poi Newton attueranno il sogno di Leonardo, studiando ed applicando a tutta la natura — novelli discepoli di Pitagora — le formule e i principî matematici. Così l'universo tutto sarà meravigliosamente e armoniosamente spiegato senza ricorrere a principî metafisici o religiosi estranei alla nostra stessa ragione, senza artificio, senza introduzione di cause soprannaturali: infinito nel tempo e nello spazio, e ciononostante capace di essere studiato dal pensiero umano, che può in quello spaziare fidente e potente quasi come lo stesso intelletto divino, al quale può agguagliare, per profondità, la propria conoscenza (1).

---

(1) Ecco come dice Galilei a proposito dell'intelletto umano: « L'intendere si può pigliare in due modi, cioè *intensive* o vero *extensive*, e che *extensive*, cioè quanto alla moltitudine degli intelligibili, che sono infiniti, l'intendere umano è come nullo, quando bene egli intendesse mille proposizioni, perchè mille rispetto all'infinità è come uno zero; ma pigliando l'intendere *intensive*, in quanto cotal termine importa intensivamente, cioè perfettamente, alcuna proposizione, dico che l'in-

4. — Ma non procediamo troppo oltre. Non dimentichiamo il rinascimento e rifacciamoci ad esso, quando cioè sorge il conflitto colla tradizione. « Insieme con la nuova letteratura si era sviluppata un'agitazione filosofica nelle università e nelle accademie, indipendente dalla teologia cattolica, o piuttosto in opposizione mascherata alla teologia e all'aristotelismo dominante ancora nelle scuole. I liberi pensatori eran detti *filosofi moderni* o i *nuovi filosofi*, come predicatori di nuove dottrine » (1). Tra questi *uomini nuovi*, come li chiamerà Bacone, abbiamo già notato il Telesio, il Patrizzi, il Machiavelli, Pietro Ramo, e soprattutto Bruno e Campanella, che sono i più grandi filosofi del loro tempo e veri precursori dell'avvenire. Il conflitto colle tradizioni, generatosi prima nell'intimo delle singole coscienze, divenne poi manifesto e talora violento a causa dei molti fautori e pedissequi seguaci della filosofia e della scienza medioevale: gli uomini nuovi chiamavano *pedanti* gli avversari, i quali si trinceravano sotto lo scudo e l'autorità ora di Aristotele, ora della Bibbia, ora di S. Tommaso e di tutta la scolastica. La nuova filosofia tende a staccarsi dalla fede e dall'autorità, per quanto il lin-

---

telletto umano ne intende alcune così perfettamente, e ne ha così assoluta certezza, quanto se n'abbia l'istessa natura: e tali sono le scienze matematiche pure, cioè la geometria e l'aritmetica, delle quali l'intelletto divino ne sa bene infinite proposizioni di più, perchè le sa tutte, ma di quelle poche intese dall'intelletto umano credo che la cognizione agguagli la divina nella certezza obiettiva, poichè arriva a comprendere la necessità, sopra la quale non par che possa essere sicurezza maggiore » (Op. di Galilei, Ediz. naz. VII, 126-131).

(1) De Sanctis F. *Storia della letteratura italiana.* Napoli, Morano, 1913, Vol. II, p. 181.

guaggio spesso adoperato fosse pieno di cautele e di ossequi. Ma la sete di libertà, nell'animo di ciascuno di questi nuovi pensatori, era ardente per quanto occultata; ed era sete contagiosa, perchè non si limitava alla sola scienza, ma penetrava nell'ambito della stessa religione cattolica, che si trovò, ben presto, di fronte alla Riforma protestante, basata appunto sul *libero esame*, in contrapposizione al principio di autorità della Chiesa cattolica e del papato. Ma la vittoria e il dilagare della stessa Riforma generò una nuova e più ostinata restrizione di pensiero filosofico e scientifico, e mise capo al Concilio di Trento e all'Inquisizione, reazionari e dommatici, eccitatori non di libertà e progresso, ma di regresso e di stasi scientifica. Tuttavia l'attività intellettuale e la sete di ricerca non si spense che nei più timidi o più tardi d'ingegno, mentre continuò e si acuì maggiormente — appunto perchè proibita — negli spiriti privilegiati, anche quando essi furono costretti a nascondere o tacere al pubblico i risultati delle proprie ricerche e le nuove verità conquistate. E poichè scoprire verità nuove significava opporsi all'autorità di Aristotele ed a quella della fede, così il campo dei letterati, filosofi e scienziati fu diviso in due schiere: quella degli aristotelici pedanti (peripatetici) e quella dei filosofi novatori e naturalisti; numerosi i primi, ma di mente angusta o di animo timido; pochi i secondi, ma eccelsi e coraggiosi, in paragone ai tristi tempi che correvano. E la lotta fu aspra e lunga, ed ebbe, come tutte le guerre, i suoi martiri e i suoi eroi, che si chiamano Copernico, Bruno, Campanella, Galilei (1). Contro il

---

(1) La nuova scienza è uno stato di guerra contro il passato, sotto tutte le sue forme. « La tradizione, l'autorità, la fede è il suo nemico, e cerca riparo nella forza e nell'indi-

passato tutte le armi furono adoperate, e la polemica seria e il ridicolo, chiedendo non più astrazioni, non più concetti, ma *cose*, non più un gergo specifico artificioso, non più argomentazioni e distinzioni sottili, ma l'esperienza sensata, l'osservazione e la lettura del gran libro della natura, facendo appello alla schiettezza e dirittura della ragione che Dio ha concesso all'uomo. Non si ama più la teoria per la teoria, cioè le parole per le parole, il gusto del sillogizzare sottile e dialettico, ma una conoscenza che sia feconda di risultati e di applicazioni pratiche. Questo conflitto col passato è in tutti i popoli d'Europa, in tutto il rinascimento ; « freme, negli scritti di questo periodo, un impeto di giovinezza, quasi l'attesa di eventi nuovi, inauditi ; lo spirito, pieno di giovanile ansia di futuro, abbandona la ricerca erudita della saggezza antica (la scienza libresca) e si slancia nella vita universa della eternamente giovane natura » (1).

5. — Abbiamo visto, nell'altro volumetto, come nel rinascimento l'unità della metafisica religiosa fosse spezzata, abbandonando alla teologia e al dogma tutto il campo del sovrasensibile, e riservando alla filosofia,

---

pendenza della ragione individuale: gli *universali*, gli *enti*, le *quiddità* la infastidiscono della metafisica, e cerca la sua base nella coscienza ; il soprannaturale, il sopramondano è sostituito dallo studio diretto della natura, della fisica, delle scienze positive ; al gergo scolastico cerca un antidoto nella precisione delle matematiche, nel metodo geometrico ; ai misteri, alle cabale, alle scienze occulte, alle astrazioni oppone l'esperienza rischiarata dall'osservazione (De Sanctis F. *Op. cit.* Vol II, p. 244) ».

(1) W. Windelband. *Op. cit.* Vol. II, p. 31.

come suo precipuo oggetto, tutto il mondo dell'esperienza: la filosofia non più ancella della teologia, ma staccata e indipendente, e rivolta tutta all'interpretazione della *natura* (per la qual cosa la filosofia del rinascimento è generalmente *filosofia della natura*). E poichè era in moda il neoplatonismo (anche per opposizione allo stesso Aristotele), era facile concepire la natura come prodotto dello spirito e il concetto di Dio « come il supremo punto di unione dei due rami della ricerca scientifica: cioè la scienza dello spirito e quella delmondo. La teologia perciò poteva continuare ad insegnare in che modo Dio si riveli nella Scrittura, mentre la filosofia poteva assumersi il compito di intendere, ammirando, la sua rivelazione della *natura* » (1). Questa tesi del rapporto e dei limiti tra scienza e fede, variamente atteggiata, è sostenuta anche da Bruno, Galilei e poi Spinoza. « Tutti e tre questi pensatori distinguono il dominio della vita pratica da quello della pura verità speculativa, assegnando alla religione il primo, riserbando il secondo alla scienza. Distinguono analogamente una doppia rivelazione divina della verità: una positiva e sovrannaturale, l'altra razionale e in via di continua formazione; e la prima considerano come fonte degli insegnamenti destinati a indirizzare la condotta dell'uomo; l'altra, radicalmente indipendente dalla prima, come la sorgente della libera ricerca scientifica. L'una depositata nei libri sacri, direttamente ispirati da Dio; l'altra frutto della mente umana. La quale, pel Galilei, non attinge dalla speculazione astratta dei proprî principî razionali la verità che è termine delle sue più legittime aspirazioni, ma dalla osservazione della natura sensibile e dalla interpretazione — possibile solo

---

(1) W. Windelband. *Op. cit.* Vol. II, p. 32

per mezzo delle matematiche — delle sue leggi, consistenti appunto in determinati rapporti matematici » (1).

Questa doppia *verità* (di fede e di ragione), accettata dai filosofi del rinascimento e che ha le sue radici remote in Scoto Eriugena, cioè fin dal sorgere della scolastica, è un compromesso utile, se non ad altro, a propugnare l'indipendenza e il distacco della nuova scienza dalla religione cattolica, senza il quale distacco non era possibile ricerca di liberi intelletti, senza trovarsi alle prese continue colle sacre scritture. Fu dunque una concessione al tempo. E può essere anche che questi filosofi fossero del tutto sinceri nel propugnare questa duplice fonte della verità e della scienza, data la loro educazione religiosa e le tradizioni storico-politiche in mezzo alle quali essi nacquero e vissero. Ma può essere anche che fosse una semplice concessione di carattere estrinseco.

Così, dall'umanesimo al naturalismo filosofico e da questo alla nuova scienza sperimentale e pur razionale, il passaggio è continuo e progressivo, senza salti, pur nell'infuriar della lotta contro il vecchio mondo medioevale, del quale non può ancora esser del tutto cancellato l'influsso, o almeno il ricordo di questo influsso, che, come l'ombra, accompagnerà ancora per poco (sotto la forma della *verità di fede*) la luce di quella che abbiamo chiamata ***nuova scienza***.

---

(1) G. Galilei. *Frammenti e lettere,* con introduzione e note di G. Gentile. Livorno, Giusti, 1917. Introduzione, p. XVIII.

CAP. II.

Le nuove intuizioni scientifiche del mondo.

1. — Ora è necessario ritornare più estesamente su quanto abbiamo accennato nel capitolo sul Rinascimento, a proposito della nuova concezione copernicana del mondo e sui seguaci di essa fino a Keplero e Galilei.

Il rinascimento, come sappiamo, non è un fenomeno soltanto letterario, ma è un rinnovamento generale di pensiero sotto l'aspetto filosofico, religioso, scientifico. Ne segue quindi, per quanto gradatamente, una nuova intuizione dell'universo basata su criterî di una scienza autonoma, basata sull'interpretazione razionale dell'esperienza.

L'astronomia, e per essa l'opera di Niccolò Copernico (1), fu quella che dichiarò aperta guerra al passato e rivoluzionò completamente il campo della scienza. Copernico credeva però che il nuovo sistema da lui ideato potesse tuttavia conciliarsi colla religione cattolica e dedicò il suo celebre libro *(De Revolutionibus Orbium Coelestium, libri VI)* al papa Paolo III, senza pensare che questo libro sarebbe stato di lì a poco condannato, per esser trovato non conforme all'autorità delle Sacre Scritture. Ma, in astronomia, il contrasto fra le autorità si può dire esser già nato fin dall'antichità, in parte per certe divergenze fra Tolomeo ed Aristotele ed in parte per diverse tavole astronomiche che, quantunque

---

(1) Per la vita cfr. il vol. I° di questo nostro Sommario.

sostanzialmente compilate sulle stesse linee, differivano nei punti minori. Sicchè, quando nacque Copernico, il tempo era maturo per una revisione critica dell'astronomia tradizionale, e per una ricostruzione su nuove basi. Non è che Copernico sia stato un grande osservatore (come lo furono altri del suo tempo e in seguito Galilei), ma fu il primo grande e radicale capovolgitore del vecchio mondo astronomico, e più che all'esattezza delle osservazioni dette importanza all'accordo sostanziale e sintetico fra la nuova teoria e l'esperienza, sia pur grossolana (chè, ai suoi tempi, non poteva essere controllata con esperimenti rigorosamente esatti). Infatti il suo sistema reca, per le sue presupposizioni, l'impronta spirituale dell'epoca, e non nasce quindi perfetto, ma sarà perfezionato dai suoi successori (1).

L'idea principale è che i movimenti apparenti dei corpi celesti non sono generalmente moti reali, ma sono dovuti al movimento della terra, la quale trascina con

---

(1) Il quadro antico dell'universo, che pur sembrava agli spiriti superficiali così chiaro e limpido, nascondeva invece artificiosità e confusione, sulle quali riflettendo Copernico venne alla determinazione di concepire i fenomeni celesti in un altro modo. Il complicato sistema di numerose sfere ed epicicli dovette sembrare in contradizione con la semplicità e con l'ordine che la natura manifesta quasi da per tutto. Su questa fede della semplicità e della sagacia della natura costruì la sua ipotesi eliocentrica, colla quale si evitava l'assurdo di un intero universo — di sì gran mole — moversi intorno alla terra, che è una massa infinitamente più piccina. Col principio della semplicità combinò quello, già intravisto dal Cusano, della *relatività* del moto, per il qual principio possono essere spiegati i fenomeni celesti in duplice modo che sodisfa pienamente la percezione sensibile: cioè o muoversi i corpi percepiti ovvero lo stesso percipiente.

sè l'osservatore. Certamente Copernico — e lo dice egli stesso — aveva conoscenza dell'opinione dei pitagorici circa la rotazione della terra intorno a se stessa (Hicetas, Filolao, e poi Aristarco di Samo) nonchè di un possibile giro di rivoluzione intorno al sole (come aveva intuito od opinato Aristarco stesso); ed avrà anche avuto conoscenza di una vecchia credenza egiziana, ripetuta nel medioevo da Marciano Capella (V sec. dopo Cr.): che la terra non sia il solo centro di movimento e che Venere e Mercurio ruotino intorno al sole; infine, se anche non ne tenne conto, doveva forse aver saputo dell'ipotesi dello stesso Cusano, che allude ad un possibile movimento della terra; ma nessuno di tutti questi aveva dato alcuna reale spiegazione, e meno ancora alcuna dimostrazione di tali opinioni o supposizioni. Copernico invece sviluppò e dimostrò matematicamente il nuovo sistema astronomico, col quale si venivano a spiegare benissimo tutti i moti celesti, osservati come nello stesso sistema tolemaico. L'opera imperitura di Copernico consiste nell'aver dimostrato, in modo inoppugnabile, le seguenti proposizioni, che costituiscono il cardine del suo sistema:

1° Le orbite e le sfere celesti non hanno un unico centro. 2°) Il centro della terra non è il centro dell'universo, ma solamente il centro del peso e dell'orbita lunare. 3°) Le orbite giacciono intorno al sole, il quale perciò deve considerarsi come il centro del sistema mondiale. 4°) La distanza della terra dal sole, paragonata con quella tra la terra e le stelle, è una lunghezza piccolissima ed insensibile. 5°) Il moto diurno della sfera celeste è apparente, ed è effetto del moto reale di rotazione della terra attorno al proprio asse, moto che si compie in 24 ore siderali. 6°) La terra, seguìta dalla luna, si muove intorno al sole; e quei movimenti che

il sole pare effettuare, non sono che moti reali della terra. 7°) Quei movimenti della terra, ed il moto dei pianeti intorno al sole, rendono completa ragione delle retrogradazioni, delle stazioni e di tutte le altre particolarità che noi constatiamo nel percorso celeste dei pianeti (1).

Il sistema copernicano non uscì tutto perfetto dalle mani del suo autore, come già abbiamo accennato prima. Innanzi tutto egli ebbe la costante preoccupazione di non voler andar contro l'autorità della Chiesa. Quindi ritenne che l'intero universo è circondato dal Cielo delle stelle fisse, che resta immobile, nè volle esprimersi intorno alla finità o infinità del mondo. Il cielo restò, per lui, la parte più nobile dell'universo, per la qual cosa ad esso attribuì l'immobilità. E inoltre non dice nulla sulla ragione per cui i pianeti si muovono intorno al sole. Ritiene, come gli antichi, il movimento circolare come il movimento naturale dei corpi. Il movimento rettilineo, per lui, avviene soltanto quando una parte vien divisa dal tutto cui essa appartiene (quindi non è *naturale*).

La teoria copernicana conserva d'altra parte, e appunto per ciò, un carattere descrittivo: è diretta cioè a dimostrare come appariscono le cose da un determinato punto di vista; nè l'autore di essa volle, nè potè dimostrare, la necessità assoluta di accogliere questo punto di vista. L'importante, però, è che egli non si fidò della percezione, ma si fondò sulla ragione, e pur offrendo la sua teoria come una semplice ipotesi (per le ragioni dell'epoca nella quale visse e della sua posizione di ecclesiastico), egli, nell'intimo del suo pensiero, non potè

---

(1) Zanotti-Bianco O. *Storia popolare dell'astronomia*. Ed. cit., p. 39.

non aderirvi pienamente, tanto è vero che gli ultimi anni della sua vita li dovette passare in una specie di solitudine spirituale, creata dalla reazione cattolica, in vista di questa rivoluzione astronomica apportata da lui stesso, ed ormai non più conciliabile colla tradizione religiosa.

2. — Se il libro del Copernico non aveva a principio destati sospetti, ciò era avvenuto per due ragioni: prima di tutto perchè era scritto in modo da essere inintelligibile (salvo ai matematici di grande sapere e capacità) e perciò non letto da tutti: poi, perchè fu pubblicato con una prefazione (inserita a bello studio dal predicatore Osiander, ma che generalmente supponevasi fosse dell'autore stesso), colla quale la teoria veniva dipinta come una pura ipotesi, che, « a chi avesse provato a prenderla per fondamento, non avrebbe procurato che sodisfazioni matematiche ». Per la qual cosa, si pensò che se non era cosa seria per l'autore, non doveva rappresentare qualcosa di molto interessante. Tuttavia le contradizioni fra le opinioni di Copernico e l'ordinaria interpretazione dei diversi passi della Bibbia furono subito osservate da Lutero, da Melantone e da altri (1). Colui invece che ne fece una difesa entusiastica fu il suo allievo *Rheticus* (nato nel 1514), il quale scrisse (in forma di lettera aperta allo Schoner) la così detta *Prima narrazione,* con cui riassumeva il sistema copernicano. L'altro astronomo, che accettò subito le nuove vedute, fu *Reinhold* (nato nel 1511), il quale, sulla base del *De Revolutionibus,* rese all'astronomia un importante servigio, col compilare le tavole dei moti dei corpi celesti, pubblicate poi sotto il titolo di *Tavole Prussiane* (su-

---

(1) Berry A. *Compendio di storia dell'astronomia.* Ed. cit., p. 150-151.

periori di molto perciò alle *Tavole Alfonsine*) e che furono superate, tre quarti di secolo dopo, soltanto dalle *Tavole Rodolfine* di Keplero.

Molti, come s'è accennato, o non presero sul serio l'ipotesi copernicana, oppure per varie ragioni la combatterono. Fra i più grandi avversari del sistema copernicano fu il danese Tycho Brahe (1), nato tre anni dopo la morte di Copernico. Egli, prima studioso di filosofia, di matematica e di astronomia, fu poi uno dei più esatti osservatori e calcolatori. Dopo molti viaggi e studi, nel 1576 ebbe dal Re di Danimarca tutti i mezzi sufficienti per sviluppare e completare le sue osservazioni astronomiche, ed all'uopo il permesso di occupare l'isoletta di Hveen (nel Sound) ove fu da lui fatto appositamente costruire un Osservatorio. Vi passò ventun anni, raccogliendo molte esatte osservazioni, soprattutto importanti quelle riguardanti le comete, che secondo la credenza popolare e peripatetica (e come egli stesso anzi aveva sostenuto alcuni anni prima) erano generate nella nostra atmosfera, mentre ora potette dimostrare esser esse fuori dell'atmosfera, ruotanti anzi intorno al sole, venendo così a distruggere la dottrina aristotelica delle sfere solide cristalline. I risultati degli studi di Tycho furono pubblicati nell'opera « *Introduzione alla nuova astronomia* », che fu però pubblicata parte durante la sua vita e parte per opera di Keplero nel 1602, cioè un anno dopo la morte dell'autore.

Tycho, non volendo accettare il sistema copernicano (sia per scrupoli religiosi, sia per i principî fisici che egli ammetteva) escogitò un nuovo sistema: la terra *immobile* al centro dell'universo; attorno ad essa il sole e la luna, ma attorno al sole pensò ruotassero i cinque

---

(1) Cfr. il I° volume di questo Sommario.

pianeti noti, cioè Mercurio, Venere, Marte, Giove, Saturno, trascinati tutti dal sole, il quale girerebbe intorno alla terra. Ma il sole, la luna, i pianeti e le stelle tutte ruotano in un giorno attorno all'asse del mondo, producendo le apparenze del movimento diurno. Di questo sistema, non mai condotto definitivamente a termine, l'autore andò molto superbo, credendo così di aver salvato il dogma dell'immobilità assoluta della terra e di aver reso esatto conto dei movimenti celesti. Ma invece, con tutti gli aggiustamenti che egli tentò di apportarvi, incontrò poco o punto favore e finì anzi col non essere accettato, perchè meccanicamente impossibile.

3. — Coloro i quali accettarono e difesero il sistema copernicano, in una maniera o in un'altra, furono Giordano Bruno e Giovanni Keplero: l'uno filosofo, l'altro astronomo.

Ritorniamo prima sul Bruno (1). In lui troviamo le idee del Cusano, del Telesio e di Copernico riunite nel più grande edifizio filosofico del rinascimento. Nel suo poema latino « *Dei mondi innumerevoli ed immensi* », eleva un inno di lode a Copernico, ma lo rimprovera anche di essersi arrestato troppo presto e di non aver tratto tutte le conseguenze del suo pensiero. Perciò egli reputa necessario un interprete di tutto ciò che è racchiuso nella grande scoperta di Copernico: e quest'interprete è Bruno stesso. Quindi afferma l'*infinità* dell'universo, che non ha alcun limite: sostiene non esservi *sfere* che separino l'una dall'altra le regioni del mondo: dimostra come in tutto l'universo regni una sola legge

---

(1) Vedi il I° volumetto di questo Sommario, nel quale abbiamo in poche parole dato, in maniera riassuntiva, la teoria di Bruno.

e una sola forza, per la qual cosa siamo egualmente vicini a Dio, che regna da per tutto. Svolgendo in tal guisa la concezione copernicana del mondo, il Bruno si fondò su presupposti conoscitivi e su presupposti religiosi. Al contrario dell'antica concezione del mondo, e partendo dalla stessa percezione sensibile, dimostra l'impossibilità di provare un centro assoluto e un limite assoluto dell'universo, venendo anzi alla conclusione radicalmente opposta, di poter considerare, a nostro piacere, come centro ogni luogo in cui ci troviamo; ampliò così i confini del nostro mondo, in base al fatto che i sensi stessi ci dimostrano sempre un continuo spostamento di orizzonte. Alla percezione sensibile fa riscontro la facoltà che ha la fantasia umana, ed il pensiero umano, di poterci spingere sempre più oltre, di aggiungere numero a numero, grandezza a grandezza, forma a forma, ecc. Se ciò è possibile, è dunque anche vero, dice Bruno; alle nostre intuizioni deve corrispondere una simile realtà fuori di noi; quindi dall'impossibilità soggettiva di stabilire un limite ed un centro assoluto egli deduce l'impossibilità reale. Per la stessa ragione l'universo non può venir concepito come una *totalità:* il *centro* non può esser mai assoluto ma sempre relativo, e l'universo appare diverso a seconda che lo si immagini osservato da questo o quel pianeta. E come è relativo il luogo è anche relativo il movimento, presentandosi, quest'ultimo, diverso a seconda dei punti da cui viene osservato. Così, accettata la mobilità della terra, sparisce, per Bruno, ogni punto fermo, assoluto, di riferimento. Dalla relatività del movimento deriva anche la relatività del tempo, perchè un movimento assolutamente regolare non si può provare che esista, nemmeno quelli delle stelle, giacchè non abbiamo alcun segno che ci indichi lo stesso punto preciso che esse

occupano prima o poi rispetto alla terra: quindi siamo privi di un assoluto criterio di misurazione del tempo. Il concetto di peso e leggerezza parimenti è relativo: il *basso* e l'*alto* di Aristotele non ha più valore assoluto, e vale solo per quel che riguarda questo nostro pianeta: lo stesso però può dirsi quando ci trasportiamo col pensiero in un altro pianeta. Così, per Copernico e per Bruno, la teoria della *gravità* acquista senso e valore (come del pari il concetto di tempo e moto) solo se considerati relativamente a un determinato corpo del mondo o a un determinato sistema. Tuttavia, Bruno pensa che ciò avvenga per un istinto di conservazione delle parti, che sono mosse a ricercare il loro *tutto*.

Inoltre il Bruno, rispondendo ad una delle obiezioni mosse al Copernico circa il moto degli oggetti sulla terra, i quali non dovrebbero seguire la perpendicolare (data la rotazione della terra) ma una linea inclinata verso occidente, « apre la via a quell'importante serie di considerazioni, che condurrà più tardi Galilei alla scoperta della legge dell'inerzia » (1). In connessione al principio di relatività propugna quello dell'indifferenza della natura (cioè l'essere essa eguale da per tutto). Immagina anche che gli altri corpi del mondo siano simili alla terra e gli altri sistemi simili al sistema solare, così che le stelle fisse debbono essere *Soli* circondati da

---

(1) Höffding H. *Op. cit.* Vol. I. p. 119. « Infatti Bruno dimostrò che una pietra lanciata in basso dalla cima di una nave cadrà ai piedi dell'albero stesso, perchè fin da principio partecipa al moto della nave mediante la forza comunicata (virtù impressa); ma se al contrario la pietra vien lanciata da un punto non appartenente alla nave, essa cadrà alquanto indietro ». Cfr. per questa dimostrazione: G. Galilei. *Dialogo sui due massimi sistemi del mondo.* Giornata 1ª.

pianeti (1). Quindi le stelle fisse, che Copernico pensava situate ad una eguale distanza da noi in una medesima sfera, sono da noi, e fra loro, in distanze tutt'altro che uguali, e quell'opinione è prodotta da un inganno della percezione sensibile, data l'enorme lontananza degli astri dalla nostra terra. Ritiene inoltre ingiustificata la teoria o sistema di sfere fisse, che egli combatte, compresa quella copernicana delle otto sfere: l'universo è illimitato; la qual cosa il pensiero — e non la percezione sensibile — ci dimostra facilmente: cade perciò anche il luogo di riferimento assoluto di Copernico, cioè il Cielo delle stelle fisse (2).

Ma la concezione del mondo di Bruno si appoggia anche al presupposto religioso, secondo cui, stabilita l'infinità di Dio, essendo esso infinita causa non poteva esser disgiunto da un infinito effetto: infinito Iddio, dev'essere anche infinito il mondo (cfr.: *Del' infinito universo e mondi*), che non è altro che l'esplicazione dell'essenza divina. Siccome nessuna forza è limite a se stessa, la forza infinita non ha limiti; la perfezione di Dio, infinita, deve manifestarsi attraverso un'infinità di esseri e di mondi. Per quanto questa prova dell'infinità dell'universo fosse già stata svolta in certo senso da Pietro Manzoli di Ferrara, nel poema latino *Zodiacus*

---

(1) Cfr. Höffding H. *Op. cit.* Vol. I., p. 120.

(2) Il mondo celeste e il mondo sub-lunare o terrestre non mostran più per lui alcuna differenza. Per lui, ogni corpo del mondo, ed ogni piccolo mondo ha un intimo impulso che lo spinge, ha cioè in sè una sorgente di vita e di movimento e « lo spazio è il grande mezzo etereo in cui agisce l'anima del mondo che tutto abbraccia ». Le osservazioni di Tycho Brahe sulle comete confermarono in lui tale opinione, che distruggeva per sempre l'idea grossolana delle sfere cristalline che avrebbero dovuto dividere l'una dall'altra le regioni del mondo.

vitae (1552), tuttavia l'originalità del Bruno non è affatto diminuita, in quanto il Manzoli la poggia ancora sopra la tradizionale teoria delle sfere fisse, laddove Bruno supera ed esce fuori da tutte le pastoie e da tutte le autorità cui gli altri si appellavano, dando ali — talvolta eccessive — al libero volo dello spirito per l'universo ormai sconfinato.

4. — L'altro continuatore, e veramente perfezionatore, del sistema copernicano fu l'astronomo Giovanni Keplero, che riuscì a dare alla nuova concezione del mondo un fondamento più esatto di quello che non avesse avuto fino allora. Nato nel 1671 a Weill nel Württemburg (1), fu educato nel seminario teologico di Tubinga, dove coltivò le lettere, la filosofia, la matematica e l'astronomia. Studiò la filosofia naturale di Aristotele, alla quale fu per parecchio tempo fedele, cioè fino a che concepì un suo proprio sistema per conciliare la teoria copernicana con l'antica dottrina degli spiriti planetarî. Ritenne anche lui, a differenza e in opposizione a Bruno, la sfera delle stelle fisse, quale limite dell'universo, perchè pensava che diversamente — data l'enorme distanza di esse stelle — nulla di sicuro potremmo scorgere per ciò che riguarda la loro realtà. Secondo lui la sfera delle stelle fisse, poi, circonda uno spazio vuoto nel cui centro sta il Sole, attorniato dai pianeti, fra i quali trovasi la Terra. Nella sua prima opera (***Mysterium cosmographicum***, 1597) si basa su idee teologiche e pitagoriche (l'universo come immagine della Trinità; lo spirito divino manifestantesi nell'armonia dei rapporti matematici dell'universo, ecc.) e pensa ancora che i corpi celesti si muovano in circoli,

---

(1) Morì nel 1630.

perchè il circolo è la figura più perfetta, come l'antichità riteneva. Keplero sottopose il suo scritto anche a Tycho Brahe, ormai famoso, il quale salutò il giovane astronomo « come principe dei matematici del suo secolo », ma dichiarò anche non poter concordare con lui in molte cose, tanto più che Keplero seguiva la teoria copernicana. Tuttavia i rapporti tra i due si strinsero via via maggiormente, tanto che sul punto di morte Tycho Brahe lasciò a Keplero la sua raccolta di osservazioni astronomiche, che così utili gli furono per le ricerche ulteriori. E meditando sulle osservazioni proprie e su quelle ereditate da Tycho, Keplero riuscì, dopo lunghi anni di studio, a formulare le leggi regolatrici del sistema solare — che da lui prendono il nome — sostituendo, così, definitivamente la concezione meccanica della natura a quella animistica, sostenuta da lui per il passato.

Come Copernico, egli partiva dalla convinzione della *semplicità* e *ordine* regolare della natura, e perciò mirava a ridurre tutte le cose al minor numero possibile di principî semplici; riteneva che la maggior sicurezza è lì dove si può restare nel campo *quantitativo*, unico che conduce alla verità, rintracciabile *geometricamente (ubi materia, ibi geometria)*. Servendosi delle esperienze di Tycho e dell'ipotesi copernicana, egli giunge a sorpassare l'uno e l'altro, e sostituendo al circolo l'ellissi ci dà le seguenti leggi del sistema solare: 1°) I pianeti, girando attorno al sole, descrivono delle orbite chiuse a forma di ellissi, in uno dei cui fochi sta il Sole; 2°) Le aree delle superficie descritte dal raggio vettore (retta congiungente il centro del pianeta col centro del Sole) sono proporzionali ai tempi impiegati per descriverle; 3°) I quadrati dei tempi che i varî pianeti impiegano a

percorrere le loro traettorie sono proporzionali ai cubi dei grandi assi delle traettorie stesse (1).

Nel 1617 pubblicò le tavole astronomiche dette *Rodolfine* (in onore cioè dell'Imperatore allora regnante). Ma l'opera che assicura a Keplero la gloria più meritata è quella intitolata: ***Astronomia nova seu physica coelestis***, nella cui introduzione vi sono profonde e giuste idee sulla gravità, o attrazione terrestre (cui egli ritiene soggetta anche l'aria) e da cui la luna stessa è trattenuta nella sua orbita, mentre per lo stesso fenomeno dell'attrazione lunare si originano sulla terra le maree. Egli si occupò anche di astrologia (di cui molti lo rimproverarono), ma in ciò la colpa più che di lui è del tempo in cui visse, e forse delle disgrazie e della vita difficile e triste che dovette menare.

Anche le teorie di Keplero non furono certo le più perfette e gli scienziati posteriori le perfezionarono, ma il suo merito è grande e va riconosciuto.

---

(1) Tali leggi sono riconosciute non rigorosamente esatte, ma moltissimo approssimate.

CAP. III.

Galileo Galilei filosofo e scienziato.

1. — Contemporaneo di Keplero, sebbene vissuto qualche anno più di lui, fu il nostro grande filosofo e scienziato Galileo Galilei. Nato a Pisa il 15 febbraio 1564, compì in Firenze un primo periodo di studi umanistici; fu poi introdotto nell'arte della logica (1) da un padre del monastero di S. Maria di Vallombrosa; infine completò a Pisa gli studi di medicina e filosofia. Fin da quando era studente, sia per una liberale educazione ricevuta dal padre, sia per la sua naturale inclinazione, non volle mai piegarsi all'autorità degli antichi filosofi, e, come narra il suo discepolo Viviani, « fu sempre contrario ai più rigorosi difensori d'ogni detto aristotelico, acquistandosi nome di spirito di contradizione ». Abbandonò poi gli studî di medicina per dedicarsi tutto a quelli di matematica, ove il suo genio lo trascinava irresistibilmente. Per guadagnarsi la vita fu costretto a tenere lettura pubblica (pubblico insegnamento) di matematica, in Siena, nonchè a impartire lezioni di insegnamento privato, tanto in Siena quanto a Firenze. Riuscì, nel 1589, ad avere una cattedra di matematica in Pisa, ove restò per tre anni, dopo dei quali passò a Padova, nella cui

---

(1) Cioè di quella parte elementare della filosofia che, secondo il costume del tempo, intendeva ad addestrare piuttosto nell'arte del discutere che in quella del ragionare (Cfr. Favaro A. *G. Galilei*, A. F. Formaggini, Modena, 1911).

Università insegnò parecchio tempo. Nel 1610 lasciò di nuovo Padova e tornò a Pisa, in qualità di primario matematico e filosofo del Granduca di Toscana. La sua fama intanto si sparse da per tutto e le sue scoperte scientifiche (fra cui la costruzione del cannocchiale e la conseguente scoperta dei satelliti di Giove) misero a romore il mondo astronomico. Nel marzo del 1611 si recò a Roma per illustrare e dimostrare le scoperte celesti, e per evitare lo scoppio di qualche tempesta che andavano suscitando i suoi nemici (fra cui due frati). Ma, poichè nel 1613 egli tentò di conciliare pubblicamente, in una lettera al P. Castelli, il sistema copernicano con le Sacre Scritture, la tempesta scoppiò e diede luogo a quello che si chiama il *primo processo* di Galileo. Questi, per quanto tentasse di difendere le sue idee e dimostrare di non trovarle in contradizione con quelle della Chiesa, fu condannato, dopo di che s'impegnò a non difendere più il sistema copernicano. La Chiesa che già aveva scagliato i suoi anatèmi contro Giordano Bruno, sostenitore dell'ipotesi copernicana, non poteva tollerare un nemico più potente qual era il genio sperimentale di Galilei: due cose anzi la Chiesa temeva: la Riforma di Lutero (il libero esame) e la nuova intuizione astronomica del mondo (la libera scienza).

Ma ecco che dopo alcuni anni di studio e di ricerche Galileo torna a parlare del sistema copernicano (1618), mentre aveva promesso di non più difenderlo. Ma non si ferma qui, e in tutti gli anni successivi scrive discorsi e dialoghi che lo menano sempre più vicino alla teoria copernicana, fino a che nel 1630 mette termine al *Dialogo dei massimi sistemi* (tolemaico e copernicano), che riesce, fra mille difficoltà, a far stampare il 1632. Con questo e per questo s'iniziò a carico del Galilei il *secondo processo*, in base al quale il vecchio scienziato

fu costretto — pena la tortura — ad abiurare, mentre copia del suo libro fu bruciata alla sua presenza. Sorvegliato dalla Sacra Inquisizione, Galilei passa da Siena — ove era stato diciam così isolato — a Firenze, e finalmente nel 1638 ottiene di ritirarsi nella sua villa di Arcetri (1). Quivi nella solitudine e nella cecità, da cui fu afflitto in quegli ultimi anni, continuò i suoi studi e le sue ricerche, finchè l'8 gennaio del 1642 serenamente si spense.

2. — Come facilmente si vede, tutto il periodo di cui ora ci andiamo occupando è pieno, in tutti i sensi, della controversia copernicana.

Galilei, qualche tempo dopo la morte di Keplero, dice in una lettera di aver sempre stimato questo libero ed acuto pensatore e scienziato, ma dichiara di non aver voluto seguire il metodo di ricerca di lui, alludendo con ciò — senza dubbio — alle prime teorie animistiche di Keplero, e il cui cambiamento o trasformazione totale forse Galilei non deve aver perfettamente conosciuto.

Tuttavia, il lavoro di entrambi questi scienziati si svolge con qualche somiglianza: entrambi cercano di servirsi della deduzione e dell'induzione, della matematica e dell'esperienza. Perciò essi vanno considerati « come i fondatori della scienza sperimentale esatta. Senonchè, Keplero incominciò piuttosto dal lato aprioristico e deduttivo, Galilei da quello sperimentale e induttivo. Da Galilei venne propriamente il passo decisivo per il quale la scienza naturale venne costituita a

---

(1) Sui colli di Firenze.

scienza indipendente, e venne definitivamente fissato l'ideale d'ogni ricerca scientifica » (1).

Al pari di Bruno, Galilei fu un martire della nuova concezione del mondo. Egli, congiungendo le indagini astronomiche con quelle fisiche, i suoi studi con i suoi esperimenti, intese ben presto le difficoltà contro cui cozzava il sistema aristotelico-tolemaico, e, spinto dall'ardore per la nuova concezione copernicana del mondo, riuscì alla scoperta di nuove leggi fisiche (2).

Oltre le innumerevoli lettere, parecchie furono le opere che scrisse, fino alle tarda e infelice vecchiaia. Fra le più importanti notiamo: il *Sidereus Nuncius,* pubblicato in Venezia nel 1610, dopo la scoperta dei satelliti di Giove; la *Istoria e dimostrazioni intorno alle macchie solari e loro accidenti*, stampata in Roma il 1613; il *Saggiatore,* Roma, 1623; il *Dialogo sopra i Massimi sistemi del mondo, tolemaico e copernicano,*

---

(1) Höffding H. *Op. cit.* Vol. I. p. 163.

(2) In una epistola latina inviata a Keplero (datata da Padova, 4 agosto 1597) egli dice: « ... È davvero una disgrazia che coloro che indagano la verità, e che non seguono una via falsa, siano così rari... Già da molti anni, essendomi avvicinato all'opinione di Copernico, e partendo da essa, ho scoperto le cause di molti fenomeni naturali, che non riescono spiegabili colle ipotesi comuni. Ed ho annotato molte ragioni e molte confutazioni, che tuttavia non ho osato mettere in luce, sbigottito dalla sorte del nostro maestro, che si acquistò fama immortale presso alcuni soltanto, mentre presso la moltitudine (tanto invero è il numero degli stolti) divenne oggetto di riso ». Ma quando egli ebbe costruito il telescopio ed ebbe scoperti i satelliti di Giove, si manifestò chiaramente per seguace del sistema copernicano (1610).

Firenze 1632; i *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze, attenenti alla meccanica et i movimenti locali*, Leida 1638; *Della Scienza meccanica e delle utilità che si traggono dagli strumenti di quella*, Ravenna, 1649 (postuma), ecc.

Queste opere, come facilmente s' intende, furono scritte via via che Galilei riusciva a conquistare nuove scoperte, ma, nonostante l'evidenza delle verità che scopriva, molti erano i nemici e gli avversari (alcuni aristotelici, poi, non vollero mai metter l'occhio al telescopio « per evitare la vista dispettosa delle alterazioni del cielo » e per non perdere la fede nell'antica rappresentazione del mondo). Inutilmente egli cercò di dimostrare che le sue verità e scoperte non erano in contradizione con la Bibbia, e si illuse che, scrivendo in via ipotetica, non avrebbe corso nessun pericolo. Invece sappiamo quale fu il risultato del 1° e del 2° processo, sebbene egli non mutasse mai intimamente le sue convinzioni, frutto di lunghi studi, di pazienti osservazioni e di minuziosi calcoli.

3. — La dottrina di Galilei abbraccia filosofia e scienza, fisica e astronomia. Studioso di filosofia antica, e soprattutto di Aristotele, rimprovera l'antica logica formale di non poterci essere in nessuna maniera utile per la scoperta di verità nuove. Il principio fondamentale da cui parte è che la scienza è esperienza: non la sola deduzione a priori (o dommatica) può costituire la scienza, ma un metodo analitico e sintetico, insiem congiunti, in questa guisa: da certe esperienze salire a stabilire un principio dal quale deduttivamente ridiscendere e dimostrare l'accordo di esso con altre esperienze. Quindi l'induzione deve precedere la deduzione, e l'indagine induttiva non deve andare all'infi-

nito, cioè a tutti i casi possibili, ma fermarsi a quelli più caratteristici, dai quali si conchiude per tutti gli altri. Ma ogni principio posto, anche se per via di ipotesi, a priori, deve esser sempre confermato dalla prova sperimentale: così infatti provò per mezzo delle esperienze col piano inclinato, la proposizione stabilita *a priori* « che gli spazî percorsi con velocità uniformemente accelerata stanno fra loro come i quadrati dei tempi ». Dunque la scienza va costruita colla nostra propria ragione, al di fuori e al di sopra di ogni principio di *autorità*. « Se Dio mi ha dato senso e ragione, perchè — dice Galilei — io dovrei sottometterli al detto di un altro, sia pur sapientissimo »? È tutto qui il nocciolo della rivoluzione galileiana nel campo della scienza. Egli afferma che la *verità* è figlia del tempo (*filia temporis*), e parrebbe che da ciò dovesse dedurne che essa — e quindi la scienza — debba esser creata dallo spirito; viceversa Galilei conchiude che la verità è nelle cose, cioè è per sè, nella natura, ma è *scoperta dallo spirito*. Figlia del tempo è la verità dei singoli, la nostra verità, ma fuori di noi esiste una *verità assoluta*, e perciò fuori del tempo. Tuttavia Galilei afferma anche un altro principio cioè che « a chi non sappia la verità da per sè, è impossibile che altri gliela faccia sapere » (1); dal che parrebbe poter desumere il concetto di una verità creata dal no-

(1) « Gli è che in Galileo è la crisi di tutto un mondo, e perciò egli sta in mezzo tra l'uno e l'altro, e mentre parla d'una verità che si mira e che mirata impone all'uomo il suo potere, pensa che questa verità è intanto nell'uomo la figlia del tempo e della mente; e mentre vede nell'ardore della polemica che ad altri non si può far pensare il vero s'egli stesso non lo pensa, dice che il vero col suo presentarsi scaccia le tenebre e sa penetrare a viva forza nello spirito. Gli è che in Galileo

stro spirito, nella nostra libera intimità. Ma non bisogna ingannarsi: questo concetto è intravisto ma non sostenuto, e sarà poi Vico a darne una chiara dimostrazione. Si trattava, per Galilei, di passare dalla *oggettività* del pensiero antico alla *soggettività* del pensiero moderno: ma questo passaggio filosofico egli non lo compie del tutto, e resta, diciam così, tra il vecchio e il nuovo. Infatti guarda alla natura in maniera obbiettiva, pur ritenendo la certezza assoluta della verità matematica (che è soggettiva), e vuol leggere il gran libro della natura mediante i rapporti e le verità matematiche (1). Sicchè possiamo affermare che la vera filosofia di Galilei è la sua stessa scienza, che è anche il suo sistema fisico dell'universo, il suo nuovo sistema del mondo, che è anche la sua sola metafisica. Egli non spazia nell'infinito coi voli di un Bruno, ma guarda al sole come l'astro maggiore di tutta la natura: da esso pensa che parta una materia sottilissima (l'etere) capace di dar

---

sono due mondi: la logica di Aristotele è la sua logica quando egli vuol fare il filosofo; ma quando egli è Galileo, che fa la scienza della natura, allora vive in lui la logica nuova, ch' è la logica dell'esperienza, della scienza che si fa, della verità ch' è creazione dello spirito » (Fazio-Allmayer V. *Op. cit.* pp. 68-69).

(1) « La filosofia è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi (io dico l'universo), ma non si può intendere se prima non s' impara a intender la lingua, e conoscere i caratteri nei quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri sono triangoli, cerchi, ed altre figure geometriche, senza i quali mezzi è impossibile a intenderne umanamente parola; senza questi è un aggirarsi vanamente per un oscuro labirinto (G. Galilei. *Opere*, Ed. Naz. VII. 232) ».

moto, calore e vita all'universo, fecondando gli esseri e le creature viventi: luce e calore insieme, e forse *luce* che emana calore, principio (chi sa?) di tutte le cose. Non è chiaro a questo punto il pensiero di Galilei; ma non fu chiaro, nemmeno a lui stesso, se la luce o l'etere potesse essere principio del tutto.

Quello che più è fermo nella mente di Galilei è che solo coll'ausilio della matematica si può intender la natura: ma perchè questa sia intesa deve esser per ciò stesso *quantificata,* cioè presa sotto i rapporti di quantità (e in ciò, da un lato si riallaccia al pitagorismo e dall'altro all'atomismo democriteo). Parimenti la conoscenza dei corpi ci offre un doppio ordine di proprietà: quelle primarie (figura, volume, posizione, moto, contiguità, ecc.) e quelle secondarie, che derivano dalle primarie, per mezzo del contatto (odori, sapori, suoni, ecc.), ripristinando così la dottrina democritea delle sensazioni. E come per Democrito, anche per lui, la *qualità* è un effetto, e solo la *quantità* è causa. Anche Cartesio, Gassendi, Bacone, chi più chi meno, inclineranno alla teoria atomistico-quantitativa. Per Galilei, ammesso il principio di non poter intendere che matematicamente la natura, fu una necessità il ritorno a Democrito. E così, senza accorgersene, Galilei — quantificando la natura — la rende astratta, sugli schemi matematici, come astratta e meccanica l'aveva resa Democrito (a Democrito poi ritorna anche per ciò che riguarda il concetto di *vuoto*); ma mentre l'abderita aveva negato l'opera di Dio nella natura, Galilei invece vi riconosce la mano di Dio, che nel mondo si manifesta come ordine, bellezza, provvidenza, ecc., rifiutando così nel complesso la rigorosa concezione meccanica democritea, mentre se ne serve nella soluzione di problemi fisici particolari.

4. — Abbiamo già accennato che «l'originalità del metodo galileiano consiste nell'affermazione dell'originalità della scienza»; ma la scienza è in fondo costituita dai due elementi su ricordati, cioè: matematica ed esperienza, che sono anche i due elementi della conoscenza, l'uno derivato dagli antichi (Pitagora, Platone ecc.), l'altro tutto nuovo e moderno, ed anzi suo proprio. La volontà non entra in nessuna maniera nella costruzione scientifica: la scienza per Galilei è esclusivamente frutto della ragione (razionalismo), che si esercita nell'osservazione, dalla quale ricava e pone i principî fondamentali. Anzi per Galilei la priorità spetta proprio all'esperienza, che deve essere anteriore alla dimostrazione, e la vera prova (= la vera scienza) è proprio data dall'esperienza.

Questo metodo induttivo (congiunto però alla successiva dimostrazione deduttiva) fu fecondo di risultati, e proprio con esso ha progredito la scienza moderna. Questa infatti si è servita dello stesso procedimento galileiano, che abbinava matematica ed esperimento (1).

Ora, fare della scienza è ricercare la *legge*, la quale sta nel rapporto, o connessione costante, tra la *causa* e l'*effetto*. La scienza antica — quella di Socrate, di Platone, di Aristotele — è scienza del generale: la scienza nuova invece è scienza del particolare. Si tralasciano

(1) Due elementi che — con felice contradizione — conciliano la conoscenza assoluta o meglio divina, che è astratta e a priori, colla conoscenza umana, che sperimentalmente si vien creando. Ma dei due, quello che effettivamente conferiva valore e fecondità di applicazioni scientifiche concrete fu appunto il secondo, cioè l'esperimento, mediante il quale il pensiero umano diventava veramente creatore originale, perchè costruiva realmenle la natura.

infatti i concetti di *essenza* e di *universale* (dell'astratto) per muoversi nel concreto e nel particolare. E Galilei vuol stare nel particolare (1) : solo Dio conosce le *essenze*, perchè l'universale, cioè la scienza fatta una volta per sempre, non può essere che in lui. Quindi Galilei si occupa soltanto della ricerca delle cause materiali, efficienti, e non di quelle finali e formali, di aristotelica memoria, concentrando tutto il suo pensiero su quella che potremmo chiamare l'intuizione quantitativa meccanica della natura.

Non possiamo nascondere che un concetto chiaro della filosofia e della scienza galileiana è difficile, se non impossibile, dare con precisione ed esattezza: troppo complesso e pur tuttavia troppo indeterminato, e non sempre armonico, è il mondo di pensieri che affiorano alla tormentata coscienza di Galileo, posto tra un mondo vecchio e un mondo nuovo, in quell'ambiente storico così contradditorio che è l'Italia del '600! Tuttavia se i suoi concetti filosofici oscillano tra il vecchio e il nuovo, è d'altra parte innegabile che la speculazione prettamente scientifico-fisica di lui è molto più semplice e chiara, perchè, come abbiamo visto, atomistico-meccanica-particolare. Perciò egli si ferma alla ricerca delle cause, si limita ai particolari rinunziando alle *essenze*, rappresenta questi particolari, matematicamente, parte dall'esperienza sensibile ed esperimenta.

Tutti questi sono anche i caratteri della scienza moderna da lui instaurati: se non giunge alla soggettività della costruzione scientifica, come in seguito farà Kant, non è sua la colpa. E d'altra parte, in quanto scienziato e non puro teorico della scienza, Galileo rese a questa

---

(1) Pur essendo, la scienza di Galilei, essa stessa generale,

il più grande dei servigi, lavorando a staccarla da ogni metafisica teologizzante e avviandola alla fecondità e indipendenza che dopo ha realmente potuto godere.

5. — Come i suoi più immediati predecessori, anche Galileo pone a base della sua concezione dell'universo il postulato della *semplicità della natura*. Meccanismo e dinamismo del mondo hanno, anche per lui, a fondamento questa legge (senza magari aver coscienza ch'essa è posta dallo stesso spirito umano): Galileo fonde in bella guisa il meccanismo col matematismo, questo e quello obbiettivamente rappresentabili. La stessa legge matematica, in ultima analisi, è non altra cosa, per Galilei, che un riflesso o proiezione in noi della semplicità e ordine naturale. Per questa ragione il sistema di Copernico s'impone e supera quello di Tycho Brahe — entrambi costruiti matematicamente — e il fatto sta nella *maggiore semplicità* su cui quello copernicano si fonda.

L'altro postulato galileiano è che la natura ha costruito i discorsi umani in modo tale da poter intendere le cose. L'impossibilità per l'intelletto non è insomma che un riflesso, lo specchio dell'impossibilità che è nella natura (1). Infine Galileo ammette che la natura non moltiplica le cose senza necessità; che essa si serve dei minimi mezzi e del minimo sforzo; che essa non fa nulla indarno. A Dio stesso è cara la semplicità e facilità; perciò nella natura troviamo l'una e l'altra cosa. Così Galileo conferisce all'intuizione matematica della natura un valore teleologico, finalistico, e dalla natura risale a Dio, pur conservando il carattere meccanicistico

(1) Fazio-Allmayer V. *Op. cit.*, p. 142.

nella scienza fisica dell'intero universo. E volendo conciliare il concetto di Dio con quello di natura, cioè di finalismo e di meccanicismo, fede e scienza (per cedere alla necessità del suo tempo) finisce in una specie di dualismo, per il quale l'unità della scienza (= conoscenza) è spezzata, per collocare una duplice fonte della verità: la razionale e la soprarazionale, la natura e Dio; l'una per la vita speculativa pura, l'altra per la vita pratica; l'una per il *vero* puramente scientifico, l'altra per il *bene*. Tuttavia, in fondo a questo dualismo, il pensiero di Galileo deve essere più armonico di quel che non appaia o di quel che non voglia egli stesso fare apparire: per lui la *scienza* è la *verità* e tutta la verità, la qual verità è insieme anche Dio, la cui verità non differisce dalla nostra e a cui la nostra si agguaglia perfettamente. Quindi, per quanto la fede sembra, in apparenza, doversi sovrapporre alla scienza, in Galileo è pur viva questa esigenza profonda dell'identità di scienza, filosofia e divinità. Solo così si spiega la certezza che egli ha dell'identità della conoscenza umana e della divina, sia anche limitata al solo *intensive* e non all'*extensive*. E con questo principio, che egli ammette senza discussione, chiude la giornata prima del *Dialogo dei massimi sistemi*, inneggiando alla potenza del pensiero creatore.

6. — Accettato il principio della semplicità della natura, Galilei fu condotto nel campo della fisica a formulare le prime leggi dei mutamenti dei fenomeni materiali. Gli sembrò quindi essere secondo la massima semplicità la legge detta poi d'*inerzia* (con espressione usata da Keplero), e cioè che un corpo tende a rimanere, se non avvengono cambiamenti, nello stato in cui esso si trova, e scoprì anzi che nessun corpo può da se

stesso mutare il suo movimento o dallo stato di moto passare a quello di quiete (1).

Tutti conoscono ormai le altre scoperte fisiche di Galileo: l'isocronismo delle oscillazioni del pendolo, intuito fin dalla sua prima gioventù nell'osservare le oscillazioni di una lampada del Duomo di Pisa; inoltre, è forse a lui dovuta la scoperta di un primo *termometro* (ma la cosa è alquanto discutibile); a lui è senz'altro dovuta la scoperta e la costruzione del primo telescopio o cannocchiale (per quanto avesse avuto notizia di simili strumenti, ma imperfetti, costruiti nelle Fiandre) che ingrandiva gli oggetti di circa 30 volte e dava immagini assai nitide; a lui è dovuta l'invenzione del microscopio semplice e di quello composto, che egli chiamava *occhialino*. Aggiungiamo che nel 1590 scoprì e dimostrò le leggi riguardanti la caduta dei gravi, facendo cadere dall'alto della torre di Pisa sfere di egual raggio ma di diversa sostanza, distruggendo così la vecchia teoria che le velocità di caduta fossero inversamente proporzionali alla densità dei mezzi nei quali i corpi discendono. Colle sue scoperte sul moto Galilei distrugge via via tutta la meccanica aristotelica: così, in opposizione ad Aristotele, dimostra che i corpi *tendono* a conservare e a non perdere il moto ricevuto; che il moto cir-

(1) Partendo dallo stesso principio della semplicità, per le ricerche sul moto derivante dalla caduta dei gravi, scoprì il movimento uniformemente accelerato. Conscio dell'importanza di queste leggi del moto, egli dice di aver scoperto la via per indagare i più profondi segreti di una nuova scienza, « segreti riservati ad intelletti superiori ». Infatti la storia ulteriore delle scienze fisiche ha mostrato che le leggi del movimento contengono la chiave di ogni conoscenza scientifica della natura materiale.

colare muta continuamente direzione ed è quindi dovuto all'azione continua di cause esterne (e non dipende dalla sua *perfezione*); che i corpi cadenti nel vuoto si moverebbero di moto naturalmente accelerato (e non uniforme); che un corpo si mantiene da sè in moto e solo l'azione di una forza fa variare il moto preesistente; che la velocità di caduta è eguale per tutti i corpi, qualunque sia il loro peso; che la velocità di caduta è direttamente proporzionale al tempo trascorso ecc. Dimostrò il principio della composizione dei moti (1), dal quale passò a quello della composizione delle forze; scoprì la così detta ***seconda legge*** della dinamica, e cioè che la variazione prodotta nella velocità di un corpo è proporzionale alla forza impressa ed avviene nella direzione secondo la quale questa forza agisce; da ciò dedusse i principî inerenti al lancio dei proiettili (tiro orizzontale, obliquo, verticale, dal basso all'alto ecc.). Dallo studio del piano inclinato passò a quello del moto pendolare; ci dette inoltre il ***principio delle velocità*** virtuali, ecc. Le sue idee sulla costituzione dei liquidi non sono oggi gran che mutate; per determinare il peso specifico dei solidi inventò la *Bilancetta*; stabilì la vera teoria dei galleggianti, deducendo i principali teoremi d'idrostatica dal principio delle velocità virtuali; si occupò di acustica e di suoni, tentando anche una misura di velocità della propagazione del suono.

Concludiamo, col Poggendorff, che se vi è un uomo il quale possa pretendere all'onore di aver fondato una scienza tanto estesa quanto la fisica, questi è Galilei.

---

(1) Valido per qualunque genere e forma di moto e che si può formulare così: se ad un corpo già in moto si imprime un nuovo movimento, i due moti coesistono, si sovrappongono senza disturbarsi.

Egli ha gettato le basi della meccanica scientifica, sulla quale più o meno si appoggiano tutte le altre parti della fisica. E non sono tanto i risultati delle sue esperienze che gli assicurano quest'onore, quanto lo spirito ed il metodo che usò in ogni sua ricerca, il legame che seppe stabilire fra le esperienze e la speculazione matematica.

CAP. IV.

La quistione intorno ai due massimi sistemi.

1. — Ci siamo riservati in ultimo di parlare ampiamente di questa grande battaglia ingaggiata dal Galilei nel suo famoso « *Dialogo sui massimi sistemi* », perchè è quella che compendia non solo tutto il pensiero scientifico-astronomico di Galilei, ma seppellisce per sempre anche la vecchia ed annosa dottrina aristotelico-tolemaica.

Il *Dialogo* di Galilei (1) è ripartito in quattro giornate, in cui troviamo sempre i medesimi interlocutori: Salviati, Sagredo, Simplicio; i primi due sono parteggiatori, chi più e chi meno, del sistema copernicano, l'altro è un pedante e ridicolo seguace di Aristotele (2). Nella prefazione al lettore, Galileo dice che egli procede « in piena

(1) Fu scelta la forma di dialogo, in parte per ragioni letterarie, e ancor più perchè l'Autore poteva in questa maniera presentare il caso di Copernico così energicamente come desiderava per bocca di alcuni interlocutori, senza identificare necessariamente le sue opinioni con le loro (Cfr. BERRY A., *Op. cit.*, pp. 197 e segg.).

(2) O meglio: Salviati fa da filosofo copernicano, Simplicio da filosofo aristotelico, mentre Sagredo è apertamente neutrale, ma ad ogni occasione si manifesta subito d'accordo con Salviati o è facilmente da lui convinto. Molti dei ragionamenti qui riportati erano già stati da Galileo pubblicati in altri libri, ma, raccolti e ordinati meglio in questo dialogo, acquistano più evidenza ed efficacia.

ipotesi matematica » per ciò che riguarda la difesa copernicana, ma che a lui non interessa altro che di mostrare che vi è qualcuno in Itaila che pur è al corrente e sa intendersi di cose astronomiche, senza però parteggiare per quella che si possa effettivamente credere la più vera delle due teorie, essendo entrambe accettabili.... Tuttavia sappiamo il vero pensiero di Galileo, nè è difficile scoprirlo continuamente nelle parole del Salviati e di Sagredo; anzi, esso è tanto chiaro che frutta all'autore il secondo processo e la definitiva condanna del Santo Uffizio.

La prima parte del libro è quasi tutta dedicata a combattere la vecchia meccanica astronomica di Aristotele; quindi il discorso dei tre personaggi si alterna in ragionamenti e discussioni favorevoli ora al sistema tolemaico ora a quello copernicano. Pur avendo noi già accennato (e in questo e ancor più nel primo volumetto del presente Sommario) alla concezione aristotelico-medioevale, conviene ora novellamente, per maggior chiarezza e comprensione, ritornare per un momento su di essa.

Qual'era la dottrina aristotelico-tolemaica? — Aristotele aveva adottato il sistema di Eudosso e di Callippo, ma immaginò che le sfere (portate da lui a 56) agissero come corpi materiali: pensò, come molti del suo tempo, che i cieli ed i corpi celesti fossero sferici, sostenendo che la forma sferica è adatta ai corpi che si muovono. Dimostrò abbastanza bene la sfericità della terra, per quanto con ragionamenti non sempre chiari, ma non accettò la rotazione di essa e dimostrò, a modo suo, l'impossibilità di una supposta rivoluzione della terra intorno al sole. Distinse il mondo celeste da quello sub-lunare o terrestre, con le differenze che già conosciamo, di incorruttibilità e corruttibilità, di moto na-

turale circolare (perfetto) e di moto rettilineo (imperfetto) ecc. Anche la materia delle due regioni per lui era diversa; lì l'etere *(quinta essentia)*, qui i noti *quattro* elementi, disposti in ordine di *gravità* e tendenti ciascuno al proprio *luogo naturale* (in *alto* i leggieri e in *basso* i pesanti); per lui, i frequenti mutamenti nella regione terrestre derivavano dal non trovarsi sempre gli elementi nel loro luogo naturale. Per lui, non v'era che un mondo solo e per giunta finito: nel mezzo del mondo la Terra, proprio come ci mostra la percezione sensibile. Il calore deriverebbe dal fregamento che gli astri esercitano sulla porzione più eccelsa del mondo sublunare; le stelle cadenti e le meteore si produrrebbero nella parte superiore dell'atmosfera; le comete per lui non sarebbero corpi celesti, ma esalazioni secche e calde, che si incendierebbero sotto l'influenza del sole, sollevandosi nella parte più alta dell'atmosfera (così che bruciando ci apparirebbero come comete, esaurendosi collo stesso bruciarsi). Un fenomeno analogo pensava fosse anche la via lattea.

Nel medio evo, alla fisica e all'astronomia aristotelica si sovrappose o s'intrecciò il sistema tolemaico. Anche Tolomeo riteneva la terra immobile al centro del mondo, ma per i movimenti degli astri abbiamo visto come adottasse il sistema degli eccentrici e degli epicicli. Egli dichiarò di non aver mezzi sufficienti e adatti a calcolare le distanze dei pianeti e neanche per conoscere l'ordine della distanza di parecchi di essi: pose Marte, Giove, Saturno al di là del Sole, Mercurio e Venere fra il Sole e la Luna (sicchè l'ordine, a partire da noi e andando verso il cielo delle stelle fisse, era il seguente: Terra, Luna, Mercurio, Venere, Sole, Marte, Giove, Saturno). Ma nel medio evo non si fece più differenza tra le idee di Aristotele e quelle di Tolomeo, e le sfere fu-

rono otto, nove, dieci, o undici a seconda dei commentatori e divulgatori delle dottrine astronomiche (specie gli arabi); ma ordinariamente, come si ricava dalla *Cosmografia* di Appiano, le sfere furono ritenute in numero di dieci (*sette* contenenti i sette pianeti giranti attorno alla Terra; l'*ottava* contenente le stelle fisse, detta *firmamento*; la *nona*, detta cielo *cristallino*; la *decima*, cielo del primo *mobile*; intorno intorno e fuori di tutte queste l'*Empireo*), sfere che erano quasi interamente fantastiche, e ben diverse dai cerchi noti di cui Ipparco e Tolomeo si erano serviti per spiegare i particolari dei movimenti celesti.

Questo mondo fantastico astronomico del medioevo (1), radicatosi saldamente e accettato dalla Chiesa cattolica, era pervenuto fino al Rinascimento, epoca in cui era già in parte crollato per opera del Cusano, di Copernico, Tycho Brahe, Bruno, ecc. Ma, sia per l'autorità della Chiesa, sia per quella di Aristotele, sia per il timore che gli scienziati avevano di incorrere in iscomuniche e condanne, non si era ancora potuta diffondere ampiamente e agevolmente quella nuova concezione del mondo che prende, tuttavia e sempre, il nome da Copernico.

Ecco perchè Galilei, fidando nella benevolenza del Granduca e anche di qualche papa suo amico, ebbe l'ardire di diffonderlo e sostenerlo in lingua volgare e perciò da tutti intelligibile, dopo averne fatto oggetto di lunghi studi, e dopo aver aggiunto ed esplicato osservazioni e calcoli fisico-astronomici. Nel suo *Dialogo*, dunque, mentre abbatte per bocca dei suoi personaggi principali tutto il mondo aristotelico-medioevale, inerente alla regione celeste e terrestre, al moto curvilineo

---

(1) Cfr. anche la disposizione del « Paradiso » di Dante.

e rettilineo, alla forma e costituzione della luna ecc., intreccia e dimostra ad una ad una tutte le ragioni in favore del sistemacoperni cano, controbattendo parallelamente tutte quelle aristotelico-tolemaiche addotte dal peripatetico Simplicio. Per ciò che riguarda la lotta contro il mondo fisico-astronomico di Aristotele, il nostro Galilei conferma, mediante le sue scoperte, e con una serie di prove, che non v'è alcuna distinzione tra il mondo celeste e quello terrestre: infatti le osservazioni sulla natura, sulle montagne e macchie della luna (1) e più sulle macchie del Sole, da lui scoperte, e le numerose nuove stelle viste col cannocchiale, nonchè i satelliti di Giove, mostrano che anche nel cielo avvengono dei mutamenti. E aggiunge: — con qual diritto si annette più alto valore a ciò che è immutabile che non a ciò che è mutabile? — E per bocca di Sagredo fa dire: « per parte mia, io considero la terra come eccellente e mirabile per le molte e varie mutazioni e generazioni che continuamente avvengono su di essa ».

Tutta una serie di dimostrazioni, a base di esperimenti e di induzioni *a posteriori*, convalidate dal ragionamento e calcolo matematico, sono in esso *Dialogo* esposte e discusse, mirando e riuscendo ad abbattere tutti i principî aristotelici. Egualmente e contemporaneamente, richiamando le sue nuove dottrine fisiche e le scoperte astronomiche, dà il colpo di grazia al sistema tolemaico: la scoperta dei satelliti di Giove è quella soprattutto che conferma per Galilei e per noi la verità del sistema copernicano e dimostra la falsità della vecchia dottrina, per la quale la terra soltanto era *centro*

---

(1) Che prima era ritenuta perfettamente sferica (liscia), come tutti gli altri corpi celesti, in segno della loro perfezione immutabile.

di movimenti. Il qual punto di vista nuovo viene avvalorato dalla scoperta delle fasi di Venere e di Marte, e dai diversi aspetti di Saturno. Di fronte alle scoperte celesti galileiane non può più reggere l'infallibilità aristotelico-tolemaica, perchè questi autori non avevano conosciuto tutto quello che Galilei ha potuto osservare col telescopio nella vastità infinita dei cieli. Ed anche coloro che avevano difficoltà a credere che Venere e Mercurio potessero girare intorno ad un corpo, anch'esso apparentemente mobile qual'è il sole, non potevano non essere scossi nei loro dubbi, allorquando fosse dimostrato che i nuovi satelliti eseguissero evidentemente un movimento proprio di questa specie; e — la più importante conseguenza di tutte — la difficoltà meccanica derivante dai concetti copernicani, che la luna girante intorno alla terra doveva passare davanti e di dietro di un corpo mobile, era dimostrata non insuperabile dal momento che i satelliti di Giove seguivano, rispetto a questo, ciò che la luna compiva rispetto alla terra (1).

Sicchè, le prove in favore del moto della terra, tratte in questa guisa dal movimento degli altri pianeti e dei satelliti di Giove, sono molto più persuasive che non quelle date anteriormente dagli altri astronomi. Così è chiaramente e partitamente illustrata la estrema semplicità, nella spiegazione di Copernico, del moto diurno della sfera celeste, nonchè del moto dei pianeti. Infatti Galilei dimostra che mentre colla teoria copernicana i movimenti di rivoluzione o di rotazione hanno luogo nella stessa direzione (dall'ovest all'est), colla ipotesi di Tolomeo si deve supporre ed ammettere che alcuni abbiano luogo in una direzione, altri in un'altra. Inoltre, l'apparente movimento delle stelle, che sembre-

---

(1) Berry A., *Op. cit.*, p. 183-184.

rebbe alquanto semplice, se le stelle fossero considerate come rigidamente attaccate ad una sfera materiale, si dimostra che si compie in un modo affatto differente, se, come ammette anche Simplicio, non esiste tale sfera ed ogni stella si muove in qualche senso indipendentemente (1).

Galilei inoltre tratta, per bocca di Salviati, della grande difficoltà, con cui il moto della terra deve causare un moto apparente e corrispondente delle stelle, e che le stelle si devono supporre tanto lontane da non essere percettibile il loro movimento; e deduce che alcune stelle devono essere grandissime, tanto quanto l'orbita della terra intorno al sole, e che le grandezze apparenti od angolari delle stelle fisse sono in realtà quasi del tutto illusorie (dipendenti dal fenomeno ottico detto poi di *irradiazione*, per il quale un oggetto trasparente tende sempre ad essere ingrandito): donde è da supporre le stelle, apparentemente vicine, molto più grandi di ciò che si possa immaginare. Vi si dimostra anche che la miglior maniera per scorgere il movimento annuo delle stelle, sarebbe quello di osservare il relativo spostamento di due stelle molto vicine fra loro, e perciò quasi nella stessa direzione, delle quali la più lucente potesse essere presupposta come a noi più vicina che l'altra (infatti questo metodo detto poi della *stella doppia* o *metodo differenziale di parallasse*, dette due secoli dopo risultati assai sodisfacenti).

Ma più bello e più vasto è il campo che, in questo Dialogo, il Galilei apre ai suoi successori coll'applicare le leggi del moto dei corpi al movimento della terra. « La sua grande scoperta, che gettò interamente nuova luce sulla meccanica del sistema solare, è in sostanza

---

(1) Berry A. *Op. cit.*, p. 198-199.

quella che — dopo — il Newton formulò così: ***Ogni corpo continua nel suo stato di riposo o di moto uniforme in linea retta, salvo che non sia costretto da una forza applicata ad esso a cambiare quello stato.*** Così Galilei introduce l'idea, nel suo Dialogo, di una palla su di un piano inclinato levigato, dimostrando il movimento gradatamente ritardato (in sù), continuamente accelerato (in giù); la qual cosa è dovuta all'attrito, mentre in una esperienza ideale — e perciò astratta — su di una superficie ***liscissima,*** il movimento non dovrebbe essere nè accelerato nè ritardato, ma dovrebbe continuare senza variazione » (1). Galilei, e per lui Salviati, continua a portare altri esempî persuasivi e comuni della tendenza che ha un corpo a conservare il suo movimento: l'esempio dello sbalzo di un cavaliere il cui cavallo si fermi di botto; l'esempio dei corpi di una cabina di una nave in moto, i quali tendono a continuare il moto loro impresso dalla nave, anche quando questa si ferma, ecc. Rispetto dunque alle obiezioni intorno al supposto movimento della terra, Galilei dimostra facilmente sbagliata la supposizione secondo la quale, per effetto della rotazione terrestre, una pietra lasciata libera dalla sommità di una torre o dell'albero di una nave dovrebbe non cadere ai piedi di essa torre o di esso albero, ma spostarsi verso ovest; e fa vedere invece che essa pietra deve anzi cadere proprio così come cade, perpendicolarmente, a causa del moto solidale che la pietra conserva insieme colla torre (o albero) e colla terra, moto che non è distrutto nella sua discesa; la qual cosa va completamente d'accordo colla teoria di Copernico.

Parimenti, il fatto che le nubi, l'atmosfera tutta, gli uccelli volanti e gli oggetti liberi sulla superficie della

---

(1) Berry A. *Op. cit.,* p. 201-202.

terra non accennano affatto a restare indietro, quando la terra si muove rapidamente verso l'oriente, non è punto in contradizione colla teoria copernicana, perchè lo stesso fenomeno noi possiamo osservarlo per ciò che riguarda le mosche in una cabina di una nave e gli oggetti liberi che vi si trovano, i quali non sono in alcun modo affetti dal movimento in avanti della nave (Copernico aveva appunto detto che se l'acqua e l'aria nella rotazione della terra non restano indietro, ciò dipende dal fatto che esse formano un tutto colla terra e partecipano perciò al movimento di questa). Allo stesso modo viene ribattuta e spiegata la grave obiezione che una palla da cannone sparata verso occidente, dovrebbe — stando all'ipotesi copernicana — andar più lontana di una sparata verso oriente nelle stesse condizioni; ma è aggiunta da Galilei anche la dimostrazione dell'impossibilità di procedere ad un esperimento perfetto a questo riguardo, per le imperfezioni e la mancanza di pratica nelle armi da fuoco.

Forse la parte più imperfetta del *Dialogo* è quella sviluppata nella 4ª giornata, a proposito delle *maree*, di cui Galileo offre una spiegazione inesatta, attribuendole al puro e semplice movimento terrestre. Ma dati i mezzi di cui egli disponeva e le non ancora sviluppate cognizioni matematiche (come lo furono in seguito), non bisogna meravigliarsi anche delle ipotesi o teorie non certamente corrispondenti a verità.

Resta indiscutibile intanto l'immenso valore e la grandissima ripercussione che questo Dialogo ebbe per la diffusione, approfondimento e conferma della teoria copernicana. Se anche all'Autore non giunse la scoperta delle leggi planetarie di Keplero, non si può diminuire in niente l'importanza dell'opera galileiana per ciò che riguarda il sistema eliocentrico. La sua vita, tutta piena

di lavoro e di insaziate ricerche, l'ardore col quale si mise a difendere e sostenere, colle sue proprie vedute, la nuova concezione del mondo, ci bastano per farlo essere grandissimo tra i grandi, anche se contemporaneamente e dopo di lui altri procederanno oltre. Quel che possiamo affermare con certezza è che senza di lui non avremmo avuto Newton e tutta la successiva meccanica celeste.

Conclusione

D'altra parte non osiamo certamente sostenere che tutto ciò che Galileo suppose possa aver valore di verità indiscutibile. La scienza moderna ha già corretto quel che di Galileo doveva correggere. Nè infine possiamo o dobbiamo pretendere che un uomo vissuto sul limitare di due mondi, nella crisi anzi di questi due mondi, debba aver esposto del tutto esattamente ed esplicitamente il suo pensiero. Così è vano pretendere di conoscere il suo definitivo giudizio sulla finità o infinità del mondo, sull'*assoluta* meccanicità o meno dell'universo, sull'opera di Dio e sulla metafisica in generale. Galilei è e vuol essere un filosofo naturalista, o meglio un grande e puro scienziato (1), che sa maneggiare magistralmente lo strumento della nuova scienza: cioè il metodo sperimentale, il metodo induttivo, che formerà anche la gloria degli altri filosofi successivi, e lascerà ad altri il problema teorico di esso metodo, mentre egli si contenta di usarlo ottimamente e fecondamente.

---

(1) I cui seguaci furono molti e anche famosi, come molti e acerbi erano stati i suoi avversari. Notiamo fra i suoi maggiori allievi: il Castelli, il Viviani, il Torricelli, ecc.

SEZIONE II.

Il problema metodologico.

CAP. I.

Il metodo in generale.

La rivoluzione della scienza e del mondo astronomico s'intreccia ed anzi ha fondamento — come abbiamo avuto occasione di accennar di passaggio nei capitoli precedenti — colla rivoluzione o capovolgimento del *metodo* di ricerca scientifica. Anzi, la ***scienza della natura*** « ha potuto esercitare un influsso così decisivo sullo sviluppo della filosofia moderna, appunto in quanto essa conquistò la propria autonomia, elaborandosi con chiara consapevolezza metodica. Per questa ragione, gli elementi positivi della filosofia moderna non vanno tanto ricercati in una novità sostanziale di concezioni, quanto in una ***coscienza metodica*** nuova, da cui poi si verranno svolgendo, col tempo, anche punti di vista essenzialmente nuovi, tanto rispetto ai problemi teoretici, quanto rispetto a quelli pratici » (1).

Come fu soprattutto conflitto di tradizioni il Rinascimento, così è soprattutto conflitto di metodi il periodo successivo (sec. XVII); e come il movimento umanistico

---

(1) WINDELBAND W. *Op. cit.* Vol. II, p. 45.

si svolge a preferenza in Italia e in Germania, così la riflessione filosofica sui metodi si verifica a preferenza in Inghilterra, in Francia e nei Paesi Bassi. E da questo rinnovamento del metodo delle scienze naturali derivano e la corrente *empiristica* e quella *matematica* (la prima facente capo a Bacone, la seconda a Cartesio), anzi esse contribuiscono e confluiscono nello stesso tempo al vero e proprio sviluppo di esso metodo.

Sappiamo già che la parola *metodo* (da un vocabolo di origine greca) significa *via*, per mezzo della quale possiamo giungere alla verità (1). Ora, la *verità*, nel mondo antico, era data *a priori*, giacchè si concepiva come cosa *fatta*, e perciò non restava che *dedurla*: quindi l'uso ed abuso del metodo *deduttivo*, il quale fu codificato, e tramandato a tutti i secoli posteriori, da Aristotele, che, nella sua opera Logica, chiamata da altri *Organum*, aveva svolto e fissato definitivamente il processo del pensiero ragionante, che ricerca le verità derivandole da alcuni principî (2). Donde la così detta logica formale, che si rinchiude o ricerca l'accordo del pensiero con se stesso. Per Aristotele, e tutti i suoi prossimi e remoti seguaci, la forma ideale della scienza è il *sillogismo*, il quale poggia sul principio di *identità* (ciò che è, è) ed al quale invano si ricorre per la ricerca di *nuove* verità, essendo convinzione comune che esso sia sterile, perchè le verità ricavate mediante il sillogismo sono già contenute nelle premesse. In altre parole esso non può fare altro che dimostrare, confutare o applicare al particolare il *già pensato*: non dandoci perciò nulla di nuovo, rispetto al già conosciuto, è infe-

(1) Cfr. Vol. I. di questo Sommario: Cenni sulla logica.

(2) Per esempio: Ciò che è vero deve essere eguale a se stesso: cioè A = A (principio di *identità*).

condo. Donde il bisogno, e l'aspirazione dei filosofi e degli scienziati di quel tempo, ad uscire dalle pastoie di un tal metodo, in vista di un altro metodo, di un'*ars inveniendi*, colla quale non ripetere verità conosciute, nè sottilizzare su cavilli logici, ma scoprire davvero qualcosa di nuovo. Questa nuova *via* prenderà, come vedremo meglio in seguito, il nome di metodo *induttivo*, *inventivo* o *sperimentale*. Non che il vocabolo sia nuovo, ma nuovo è il significato e il processo di cui si serve. Anche Aristotele e gli antichi scienziati sapevan distinguere a parole un siffatto metodo (1), ma non se ne seppero render pieno conto, nè se ne seppero servire, e perciò, per essi, vale come se non ci fosse stato. Veramente, per essere esatti, anche in questo campo fu un pensiero dell'antichità che venne preso per punto di partenza. Archimede, p. es. — il fondatore della statica e dell'idrostatica — aveva espresso idee che contenevano il germe di una concezione meccanica della natura (2), quale si ripropose poi la *nuova* scienza, e questa trovò lo strumento adatto in un metodo il cui fondamento era l'analisi e l'esperimento, abbandonando la contemplazione o la costruzione astratta e rivolgendosi a preferenza all'universo materiale. Quindi nella stessa antichità troviamo la radice nascosta delle due vie che il pensiero umano segue per la ricerca della verità: quella puramente razionale, *a priori*, deduttiva (aristotelica e poi scolastica-medioevale), e quella induttiva-sperimentale,

---

(1) Per Aristotele, e anche per moltissimi altri, l'*induzione* aveva piuttosto un carattere descrittivo, anzichè inventivo.

(2) Archimede fu nel numero degli autori che nel sec. XVII vennero fervidamente studiati, pubblicati e tradotti. Galilei ne fu appassionato studioso.

intuita dagli scienziati antichi, ma non mai veramente attuata.

Ritornando ad un punto di vista generale, tutti sanno che non si può far della filosofia e soprattutto della scienza senza un *metodo,* qualunque esso sia, perchè la *verità* non può che costruirla il pensiero, anche quando si apprende deduttivamente. Un essere privo di pensiero non può conoscere: chi conosce quindi è lo spirito umano, sia che si affidi completamente alla *verità* impostaci o tramandataci da altri, sia che la ricerchi da sè a furia di induzione, di esperimenti, di travaglio personale. Senza un metodo è come procedere al buio: esso è tanto necessario quanto gli occhi per il veggente o il bastone per il cieco. Senza dubbio, la scienza progredisce in primo luogo per le attitudini naturali dello scienziato, ma scienziati d'altra parte si diventa anche per un buon metodo. Se da un lato, dunque, il più bel metodo non basterebbe a sostituire il genio (che, secondo il De Maistre, è una *grazia*), dall'altro, il genio è esso stesso la più alta conformità alle regole (1).

Ora, gli scienziati e i filosofi del Rinascimento avevano reagito non alla necessità o all'importanza del metodo in generale, ma al metodo sterile e deduttivo che aveva fin allora dominato, senza far fare alcun passo avanti alle cognizioni usuali. Come ho detto, l'esigenza a seguire una via più feconda e più nutrita di esperimenti era antica, e non era nemmeno completamente estranea a qualche scienziato del medioevo, come abbiamo visto attraverso gli accenni e i tentativi di cavare dal mondo naturale qualche verità o qualche previsione.

---

(1) Cfr. Ambrosi L. *Il primo passo alla filosofia.* Vol. II. *Logica.* Roma, Albrighi, Segati e C. 1922, p. 112. – Cfr. inoltre qualunque manuale di Logica, dove si parla dei metodi.

Ma il tempo non era stato propizio, per diverse ragioni, mentre apparve invece maturo col trionfare del rinascimento e coll'avvento del naturalismo. E se la sterilità del metodo deduttivo era causata dal partire soltanto e sempre da proposizioni generali, da premesse già accettate per vere e da queste dedurne le conseguenze particolari; ora si pensò che, se si voleva una via veramente feconda, bisognava abbandonare tale procedimento astratto e interrogar direttamente la natura, partendo da fatti particolari; procedere, cioè, dubitando, e finalmente giungere dopo prove e riprove ad una conclusione generale. Non il generale prima del particolare, ma viceversa; nè contentarsi delle *enumerazioni* di fatti, come Aristotele intendeva, ma ricercare *ex novo* e far parlare la natura, sottoponendola a degli esperimenti.

Questi son fatti certi e ad essi bisogna ricorrere, salvo che, costruita una teoria, ossia ricavata una verità dai fatti e dagli esperimenti, è necessario controllarla e ricontrollarla, finchè vien confermata definitivamente dall'esperienza. Insomma partire dall'esperienza, per ritornare su di essa, mirando sempre ad essa. Ora, la deduzione conserva tutto il suo valore nella matematica (scienza eminentemente *deduttiva*), perchè il pensiero umano costruisce astrattamente *(a priori)* le sue verità e da queste ne fa derivare altre, le quali infatti non son diverse dalle prime, perchè le une son contenute nelle altre. D'altra parte la deduzione si aggira sempre e soltanto nel campo della realtà del pensiero formale, astratto (per quanto si possa applicare alla natura esteriore); ma non può aver alcun serio valore, cioè valore di scoperta, nelle scienze naturali e fisiche, dove si vogliono indagare le cause dei fenomeni, le loro leggi, e provocare anche nuovi fenomeni, per meglio vedere e preve-

dere. Tuttavia, anche la matematica serve alle scienze naturali, per le formule e i calcoli che ci può offrire, tanto è vero che tutti gli scienziati se ne son sempre serviti; ma il loro metodo di scoperta è e sarà quello induttivo-sperimentale, perchè solo con esso hanno visto gli ottimi risultati che potevano ottenere. Non dimentichiamo però che qui parliamo sempre del campo delle scienze fisiche e naturali: ed ecco la ragione del perchè tanto lo decantano e tanto lo usano gli scienziati naturalisti dei secoli di cui ora ci stiamo occupando. E non solo se ne servono, ma finiscono anche col teorizzarlo, e cioè finiscono per codificarlo sotto forma di regole o leggi, che saranno diverse secondo le diverse tendenze spirituali degli scienziati, secondo la loro educazione, secondo i loro gusti, e anche secondo i risultati che essi ottengono o che sperano di ottenere. Così, di fronte alle antiche trattazioni logiche: cioè l'*Organo* aristotelico, le varie *Logiche*, o *Arti raziocinative*, e infine le *Somme* teologiche, sorgono ora il *Nuovo organo di Bacone*, il *Discorso sul metodo* di Cartesio, l'*Arte di persuadere* del Pascal, la *Ricerca della verità* di Malebranche, le *Regole del filosofare* di Newton, la *Logica* dei Solitari di Portoreale, ecc. Tutte le opere moderne di logica, chi più e chi meno, vogliono opporsi o per lo meno distinguersi da quella di Aristotele e dalle altre che su di lui si modellano. Ora la logica, e cioè il metodo aristotelico, presuppone una scienza già costituita e deriva una proposizione dall'altra a maniera geometrica (il modello di costruzione scientifica per Aristotele è la *Geometria* di Euclide): essa è scienza del *pensato* e del *pensabile* entro i limiti del pensato. Quindi la deduzione, o metodo deduttivo, ha bisogno di partire da *concetti* o *categorie* universali o *postulati*, e,

basandasi sui così detti principî logici (1), e mediante la *definizione* e la *divisione*, con quell'operazione quasi matematica che è il *sillogismo*, giunge alle conclusioni particolari *dimostrativamente* per mezzo della *prova* diretta o per assurdo (2). Ora, col sillogismo si sviluppa l'organismo intrinseco di un concetto, con la prova si adducono dei fatti. Ma, e le cause dei fatti? La scienza è tale se trova le cause e le leggi dei fenomeni. Le *cause*, per Aristotele e gli aristotelici, erano invece anch'esse astrattamente schematizzate in quattro gruppi (finali, materiali, efficienti, formali), quindi non ricercate nè ricontrollate mediante l'esperienza, e le *leggi* egualmente dipendevano da presupposti metafisici o astratti ai quali era necessità conformarsi, se si voleva essere ritenuti per veri filosofi e scienziati. Tanto è vero che, fino al Rinascimento, se non si ragionava a modo aristotelico, o si era compatiti come ignoranti o sospettati di eresia.

Questo metodo puramente deduttivo, che parte da enti intelligibili astratti (assiomi, postulati, principi mentali) è restato sempre come il più perfetto modello o strumento di ricerca delle scienze matematiche; ma l'essersi serviti solo e sempre di questo, per tanti lunghi secoli, aveva effettivamente interdetto ogni progresso a tutte le altre scienze che non fossero quelle matematiche,

---

(1) Cfr. I. volume di questo Sommario: Cenni di logica.

(2) Si badi che nella logica degli antichi, e soprattutto di Platone e Aristotele, alle *parole* si fanno corrispondere degli *enti intelligibili:* il sostrato della loro scienza, e quindi il metodo deduttivo, è in fondo *metafisico*, con appello talora anche all'*intuizione* (intellettuale): quindi la giustificazione della deduzione.

limitandosi ad una analisi senza sintesi, ad un *formalismo* interno allo stesso pensiero, che aveva finito (come nel medio evo) in un vuoto schematismo, in interminabili ed inutili classificazioni di specie, forme, figure, modi e regole del sillogismo.

La reazione dunque non poteva, per quanto tardi, mancare, e s'iniziò col rinascimento e trionfò col naturalismo. A questo strumento del pensiero che prima annaspava nel vuoto si volle dare un contenuto completamente diverso da quello passato: e cioè il concreto dell'esperienza, il particolare, il fatto. Fu dunque metodo induttivo, ma non in maniera soltanto descrittiva o enumerativa di fatti e prove, ma ricerca di leggi e di cause da scoprire negli stessi fatti, nel mondo esteriore; fu dunque l'opposto del vecchio metodo, perchè volle essere non strumento di una scienza fatta, cioè di una verità astrattamente costituita, ma strumento di una verità che si vien costruendo da sè: scienza adunque non del pensato ma del divenire: quindi scienza della natura, del fuori di *noi*. Ma per far ciò non bisogna partire da una verità di *fede* o di *ragione*, ma partire dal dubbio, facendo tabula rasa di ogni autorità, mettendosi senza preconcetti di fronte alla natura. Perciò il metodo nuovo (e la nuova scienza) vuol esser lotta a tutte le tradizioni, filosofiche e teologiche. Gli scienziati d'ora in poi hanno la preoccupazione costante di non voler vedere altro che i fatti, i fenomeni, la natura genuina, senza finalismo ed animismo di sorta, chiamando a collaborazione le matematiche solo per trattare la natura dal punto di vista quantitativo, per potere così meglio fermarne le leggi, le connessioni, le cause. Quindi gli elementi del nuovo metodo saranno: l'osservazione diretta dei fatti, esattamente identificati e analizzati con tutti i mezzi di indagine possibili (e quindi

con tutti gli strumenti scientifici via via inventati); l'esperimento, in tutti i modi e condizioni possibili; l'interpretazione dell'esperienza, colla ricerca della causa (che è distinta dal caso), non con ipotesi astratte ma desunte da fatti e riconfermate sperimentalmente da fatti, e colla ricerca o formulazione della legge, la quale a sua volta deve (se è giusta) avere il suo riscontro infallibile nell'esperienza.

Col vecchio metodo si credeva poter raggiungere la verità, senza uscire dalle operazioni logiche, e in maniera dogmatica: il pensiero, estremamente fiducioso di se stesso, non guardava che dentro di sè. Col nuovo metodo, in principio, il pensiero è in certo senso egualmente dommatico, pur partendo da premesse scettiche, o meglio critiche, perchè in fondo ha piena ed assoluta fiducia nella natura, dalla quale soltanto aspetta la verità, e invece di guardar dentro di sè guarda esclusivamente fuori di sè, o almeno crede di far ciò. Tuttavia, a questo primo momento di assoluta fede nella natura divinizzata, presto succede una maggiore riflessione critica, coll'invocare ed aggiungere, alla pura osservazione, l'esperimento ed il vaglio della stessa natura mediante il pensiero riflesso. Con questa ultima tappa si iniziò veramente la scienza nuova, cioè con Galilei, che abbiamo già studiato, e con Bacone e Cartesio che ora andremo a studiare.

CAP. II.

Francesco Bacone.

1. — Francesco Bacone nacque il 1561 in Inghilterra. Suo padre era Guardasigilli della regina Elisabetta, ed egli stesso occupò una tale carica sotto il regno di Giacomo I e divenne Gran Cancelliere (1). Fu testimone del sorgere della potenza inglese, per la qual cosa si generò nel suo animo la convinzione del come la forza umana possa trionfare di ogni ostacolo, se saputa indirizzare. Il suo carattere di uomo fu oggetto di molte controversie, perchè da alcuni esaltato, da altri addirittura disprezzato. Certo, egli era animato da un forte sentimento di potenza, di ricchezze e di onori; ma ciò non costituì l'unico suo sogno. Anche tra le gravi cure di Stato, egli ebbe sempre una viva aspirazione ai piaceri dell'intelletto e della conoscenza, e cercava la potenza e la ricchezza solo come mezzi del suo grande piano scientifico: quello cioè del completo *rinnovamento della scienza*. Per eseguire il suo piano « gli erano necessari agi e mezzi, per raccogliere osservazioni e stabilire esperimenti. Perciò egli si gettò nella carriera politica; ma in lui, come in Machiavelli, il mezzo prese il sopravvento sul fine che doveva santificarlo. Se egli, invece di concertare un piano così grandioso sia per rispetto allo scopo sia per rispetto ai mezzi, avesse studiato con attenzione le opere dei suoi grandi contemporanei Tycho

(1) E barone di Verulamio.

Brahe, Gilbert, Keplero e Galilei, avrebbe trovato materia bastante per la sua riflessione ed un fondamento sufficiente per l'elaborazione di un programma avvenire. Ma il suo senso per il grandioso lo condusse su di una falsa via, e, spinto dall'ambizione, lo immerse in rapporti che corruppero il suo carattere e lo precipitarono nella rovina » (1). Quindi, caduto in disgrazia del Parlamento, fu accusato di corruzione, destituito e condannato. Ma non stette in carcere che pochi giorni; tuttavia passò gli ultimi anni della sua vita in un completo isolamento, che gli giovò però per i suoi lavori scientifici. Morì nell'anno 1626.

Durante la sua attività politica aveva sempre, quando più quando meno, coltivato gli studî. Nel 1607 aveva già composto un primo lavoro giovanile: ***Cogitata et visa***, che costituì anche il primo abbozzo della sua più celebre opera intitolata: ***Novum organum*** (« La nuova logica »), pubblicata nel 1620 e rifatta ben dodici volte. Ma già prima del 1607, e cioè nel 1605, aveva abbozzato un altro lavoro: « ***Advancement of learning*** » che rappresenta il nucleo dell'opera « ***De dignitate et augmentis scientiarum*** », apparsa nel 1623. Quest'ultima è una specie di rivista enciclopedica delle scienze, ricca di molte osservazioni anche eccellenti, specialmente per quel tempo. Nella sua opera capitale, invece, il ***Novum Organum,*** egli cerca d'indagare le ragioni dell'imperfezione delle scienze, « descrive gli ostacoli alla vera conoscenza, i quali sono da ricercarsi nella natura dello spirito umano e nelle condizioni in cui questo si sviluppa; quindi passa alla descrizione del metodo induttivo. L'opera è incompiuta ed è concertata secondo un piano i cui mezzi esistenti al tempo di Bacone non ne permettevano l'esecu-

(1) Höffding H. *Op. cit.* vol. I, p. 182.

zione. Soltanto due secoli più tardi, Stuart Mill terminò, nella sua logica, il lavoro che Bacone aveva osato intraprendere con un materiale imperfetto » (1). Le altre opere di Bacone sono in buona parte costituite di un materiale che oggi non ha più alcun interesse.

2. — Quando Bacone intraprese la sua opera, il terreno non era più vergine, e conosciamo i suoi precursori, dai primordi del Rinascimento fino a Galilei. Aggiungiamo, a quelli da noi già studiati, Pietro Ramo (Pierre de la Ramée), nato nella Francia settentrionale, il quale verso la metà del secolo sedicesimo combattè una violenta lotta contro la logica aristotelica; Francesco Sanchez, nato a Bordeaux da famiglia spagnuola, il quale, col suo « *Trattato della nobile ed alta scienza del non sapere* », ci dà un notevole esempio di critica acuta verso la scienza tradizionale e dimostra quali sono le esigenze del vero sapere. Ma nessuno di questi ha uno scopo ed un disegno così netto e così radicale come l'ebbe poi Bacone. Il quale, se pur comincia con un lungo inventario delle scienze, ha però vivo il problema del nuovo ordinamento del sapere ed ha coscienza che nessuna soluzione è stata ad esso data dai suoi predecessori. Analizziamo le sue idee, specialmente osservandole nella sua opera principale: il *Novum Organum*. Il quale, intanto è *nuovo* in quanto si vuole opporre al *vecchio* Organo, ossia a quello di Aristotele. Al sillogismo di quest'ultimo « ei contrappone l'induzione; all'induzione che Aristotele non mancò di accennare, contrappone l'induzione vera » (2); e che cosa intendesse per quest'ultima ora vedremo. Il cómpito della nuova

(1) HÖFFDING H. *Op. cit.* vol. I, p. 183.

(2) FIORENTINO F. *Op. cit.* Vol. II. (ediz. cit.), p. 10-11.

logica è anche spiegato dal sotto titolo dell'opera: *De interpretatione naturae, sive de regno hominis*, col qual titolo subito appare chiaro il concetto baconiano della potenza che l'uomo deve esercitare sulla natura, perchè l'uomo « tanto può, quanto sa »; cioè conoscere è potere, e conoscere significa scoprire le leggi della natura, le quali sono la chiave che assicura all'uomo la sua sovranità, in cui si assomma l'utilità e la potenza ad un tempo.

Per Bacone, la scienza non sta nel contemplare o analizzare l'opera fatta, compiuta — a maniera antica —, ma nel cogliere lo stesso svolgersi e farsi della natura, la quale va *interpretata* muovendo dall'esperienza. Egli perciò fu appellato *filosofo sperimentale;* ma veramente bisogna aggiungere che l'esperienza per lui non è il fine, bensì il mezzo: egli vuole sperimentare per inventare, e inventare per dominare la natura. Ora l'esperienza, non certo sconosciuta agli antichi, e nemmeno ad Aristotele, non è utile e non giova alla scienza se non è purificata da tutte le aggiunte erronee, che arbitrariamente crescono insieme con lei (1). Perciò bisognerà rimuovere tutti gli ostacoli che si oppongono alla costituzione della vera scienza. Egli però non apprezza i semplici *empirici* che, come le formiche, si contentano di accumulare dall'esterno fatti su fatti, e nemmeno i puri *razionalisti* che, come i ragnateli, cavan tutto dal proprio intelletto: per lui la scienza va fatta alla maniera delle api, che raccolgono e producono ad un tempo.

---

(1) « Aristotele non indicò il modo di purificare l'esperienza nè di ordinarla metodicamente. L'esperienza è una selva: la storia naturale ne fa l'inventario esatto; ma la storia non è scienza » (FIORENTINO F. *Op. cit.* Vol. II , p. 12).

Ma per riuscire, in questo lavoro, è necessario purificare e ordinare l'esperienza, sgombrandola da ogni anticipazione ed alterazione che vi può apportare lo stesso intelletto umano: il che Bacone descrive nella prima parte dell'*Organo* (la parte negativa, ***pars destruens***), removendo così i principali ostacoli, da lui denominati ***idoli***, in quanto alterazioni anticipate dell'esperienza.

Bacone distingue quattro specie di *idoli:* 1°) ***idola tribus***, costituiti dalle illusioni inerenti alla natura umana in generale (alla tribù umana) e che ci portano ad attribuire alle cose un fine o un ordine propriamente nostro, facendo di noi stessi la misura del mondo (1); 2°) ***idola specus***, che derivano dalle tendenze, dalla ***forma mentis*** individuale, dalle abitudini, dalla posizione che ciascuno occupa nella vita (rassomigliata alla spelonca o caverna platonica) (2); 3°) ***idola fori,*** le illusioni cioè e gli errori nascenti dal commercio, ossia dalla convivenza cogli altri uomini, mediante il linguaggio, le tradizioni, ecc.; 4°) ***idola theatri,*** quelle illusioni ed errori che noi impariamo dalle scuole e che ripetiamo senza nessuna critica, fondandoci sulla fede altrui ***(jurare in verba magistri)***.

La teoria degli idoli, in Bacone, è senza dubbio uno squarcio di filosofia critica, perchè tende a mettere in evidenza la differenza tra la conoscenza genuina e quella alterata dal nostro stesso spirito, o meglio dalle cattive

---

(1) Così il voler trovare le cause *finali* nelle cose, il voler scoprire *analogie* del mondo esterno col nostro interno, il voler cercare le spiegazioni adattandole ai bisogni, sentimenti, desideri umani, il voler ad ogni costo un'*uniformità* nelle cose, la quale invece è del nostro intelletto, ecc.

(2) Bacone richiama qui l'immagine platonica della *caverna* non molto appropriatamente.

abitudini del pensiero. E poichè il nostro spirito è uno specchio diseguale, che non riflette bene la natura, bisogna appianarlo con l'arte, aiutando cioè i sensi per mezzo di strumenti artificiali (p. es. il telescopio e il microscopio per ciò che riguarda la vista) (1). Ma Bacone non s'accorse che correggere i sensi, mediante gl'istrumenti, non era un uscir dal senso, ma un rimaner sempre nel senso, per quanto rafforzato. Così, (stranezza del caso, ma coerenza teorica!) non volle prestar fede al sistema copernicano, perchè, anche col telescopio, i sensi si ostinano a farci permanere nell'illusione del moto del sole.

Ma procediamo in ordine. Se per mezzo della teoria degli idoli, si sono rimossi gli ostacoli e si è riusciti a purificar l'esperienza, questa deve essere ancora ordinata. Così si passa, dalla parte critica e demolitrice, alla parte costruttiva e positiva. Perciò l'altra parte dell'*Organo* contiene la teoria del metodo, che è quello induttivo, col quale l'esperienza si ordina e se ne ricercano le leggi. Ma il metodo induttivo, come sappiamo, era già usato da parecchio tempo; tuttavia Bacone trovò nell'applicazione ordinaria di esso un errore essenziale: cioè che non si andava oltre i casi o i fatti in cui si manifestava un fenomeno, perchè erano ritenuti sufficienti a ricostruire la natura del fenomeno stesso. Bacone chiama questo procedimento col nome di induzione per *semplice enumerazione:* esso è insufficiente, perchè si limita semplicemente a registrare i fatti. È necessario quindi completarla per mezzo dell'indagine delle « istanze negative », e cioè di quei casi negativi in cui il fenomeno non si manifesta, date le stesse condizioni. L'induzione vera deve essere esente da ogni istanza negativa; e poichè

(1) Cfr. Fiorentino F. *Op. cit.* Vol. II, p. 13.

di istanze negative ve ne potrebbero essere in futuro, per esser certi della verità cercata induttivamente si deve badare a quei fatti o quel fatto che da solo possa bastare a garantire l'induzione, e questa è l'istanza *prerogativa*. Essa va ricercata con pazienza, perchè è raro si presenti spontaneamente, e la via per rintracciarla è l'*esperimento*, che è l'arte di costringere la natura a svelarsi.

Se ogni conoscenza della natura tende a comprendere le cause delle cose, bisogna assolutamente ricercare quali sono queste cause. Delle cause aristotiche Bacone non accetta che le *formali* (escludendo le finali, materiali ed efficienti), perchè tutto il divenire ha le sue radici nelle *forme*, nella *natura* essenziale delle cose; e per riuscire a ciò egli propone di raccogliere tutte le osservazioni e fatti in tre tavole distinte: 1°) *tabula praesentiae*, delle istanze positive e fatti rivelatori; 2°) *tabula absentiae*, dei fatti in cui il fenomeno non si è realizzato; 3°) *tabula graduum*, per la comparazione dei diversi gradi di intensità del fenomeno, con i diversi gradi dei fenomeni concomitanti (1). La soluzione della questione si otterrà mediante successive eliminazioni (*exclusiones*). — Secondo Bacone, il metodo induttivo, nella sua totalità, comprenderebbe ancora un'intera serie di ulteriori operazioni; ma il *Novum organum* finisce colle varie specie di istanze prerogative, e non per mancanza di tempo, ma perchè non v'era per Bacone altro da aggiungere. Tuttavia la particolareggiata descrizione del metodo induttivo fu un vero e reale progresso per l'epoca in cui Bacone visse, perchè egli rivela una netta

(1) Per un maggiore approfondimento delle diverse specie di metodi (in Bacone, Cartesio, Stuart Mill, ecc.) cfr. un *Manuale di Logica* elementare, come p. es. quello dell'*Ambrosi*.

visione dei punti essenziali. Certo, egli assegna un posto molto trascurabile alla deduzione e anche alla *determinazione quantitativa,* della quale la scienza sperimentale esatta si serve ottimamente per la misura dei fenomeni. D'altra parte, nella sua teoria dell'induzione, non vede il complicato processo di astrazione di cui egli stesso si serve per arrivare alla *forma* o *natura* delle cose, ritornando così involontariamente, e spesso, all'antico concetto delle *essenze,* di aristotelica o scolastica memoria.

Anche in Bacone, possiamo concludere, v'è con il molto nuovo qualcosa di vecchio. Ma il suo merito non diminuisce per questo, giacchè egli aveva capito che la nuova scienza doveva, dalle discussioni astratte, volgersi alle cose stesse, cioè alla realtà vera, i cui elementi semplici ci menano alla conoscenza delle leggi di tutto il sapere umano, il quale però è da Bacone rinchiuso tutto nel quadro del mondo empirico, perchè egli disdegna ogni tentativo razionalistico e matematico, per combattere la scienza puramente teoretica. E, a causa del fine utilitario del sapere (*sapere* per *potere*), fallì a Bacone anche la mèta ultima, che è la verità per la verità, mentre lo scopo dell'utilità pratica dell'uomo è secondario. Perciò a Bacone si può far rimontare l'origine della filosofia *empirica* moderna, che tanto contributo ha avuto dalla terra classica dell'utilitarismo, qual'è l'Inghilterra (1).

(1) Uno studio critico molto moderno e adatto ai giovani, per brevità e comprensione, è quello di *Fazio-Allmayer,* nell'Introduzione premessa al *Novum organum* di Bacone (estratti). Laterza, Bari, 1912.

CAP. III.

Renato Descartes.

1. — Renato Descartes (italianamente *Cartesio*) nacque in Francia il 1596, da una nobile famiglia della Touraine. Fin dalla sua gracile fanciullezza rivelò straordinaria disposizione alla matematica e poi alla filosofia. Fu educato dai Gesuiti nel collegio de La Flèche, studiando scienza naturale e filosofia secondo il sistema *scolastico,* e pare si sia occupato prestissimo delle idee che poi lo guidarono alla creazione della geometria analitica, all'applicazione dell'algebra alla geometria. Nell'abbandonare la scuola egli si sentiva insodisfatto del sapere appreso e, dopo aver molto viaggiato, si arruolò soldato in diversi eserciti dell'Alemagna, senza stipendio per meglio salvaguardare la sua indipendenza. Durante questo tempo, e propriamente durante la stagione invernale del 1619, concepì il disegno del suo famoso *Discorso sul metodo* (quando cioè era ancora in istampa il *Novum Organum* di Bacone), ma lo pubblicò solo molto più tardi, cioè nel 1637, a Leida. Nel 1641, pubblicò in latino le *Meditazioni* (a Parigi), e nel 1649 il *Trattato delle passioni dell'anima* (ad Amsterdam). Andato poi in Svezia, per studiare le meteore, e dietro invito della Regina Cristina, morì a Stoccolma il 1650. La sua salma, dopo 13 anni, fu trasportata a Parigi.

Il tratto speciale del carattere di Cartesio è l'amore per lo studio e per la meditazione, che diventa talora passione entusiastica: soltanto egli ha forse il torto di non volere o non saper riconoscere i meriti altrui, in fatto

di scienze (1). « Come pensatore è caratterizzato specialmente dalla finezza delle distinzioni fondamentali e semplici. Per questo egli fece opera di un valore durevole, ponendo definitivamente fine all'arbitrio e al capriccio per riguardo al metodo » (2). Il Discorso sul metodo non vorrebbe essere altro che uno dei quattro saggi filosofici pubblicati a Leida nel 1637 : gli altri tre comprendono la *Diottrica*, le *Meteore*, la *Geometria*. Nel 1633 aveva anche elaborato uno scritto relativo alle scienze naturali che avrebbe dovuto intitolarsi « *Il Mondo* », in cui intendeva esporre come il mondo si sia sviluppato conformemente alle leggi puramente meccaniche (al qual proposito ricordiamo la così detta ipotesi dei vortici, di cui parleremo in seguito). Ma giunta la notizia della condanna di Galilei e del sistema copernicano, l'opera venne messa a parte. Fra gli altri scritti, degno di nota è soltanto quello che porta il titolo di *Principia philosophiae* (1644). Egli non volle insegnare nulla e desiderò

---

(1) Infatti non voleva sentire elogiare gli altri scienziati, nemmeno Galilei. Egli confessava : « io non l'ho mai visto, non ho mai avuto con lui alcuna comunicazione, non ho preso niente da lui, non trovo nulla nei suoi libri che mi faccia invidia, nè alcuna cosa che vorrei confessare come mia ». Ma invidioso o per lo meno geloso lo era certamente. E per quanto egli si voglia vantare come « il grande liberatore dell'intelligenza europea », è indiscutibile invece che la lotta contro l'aristotelismo e contro tutti i pregiudizi del passato, era stata proprio fatta dagli italiani e specialmente dal Galilei. Il disprezzo o il disvalore in cui teneva le opere o scoperte altrui è, certo, segno di un animo non eccessivamente nobile, tanto più che non ebbe, d'altra parte, nemmeno quel coraggio, che ebbero altri filosofi, di affrontare cioè le persecuzioni e le condanne per liberamente esprimere le proprie idee o scoperte.

(2) Höffding H. *Op. cit.* Vol. I., p. 207.

vivere indipendente e in pace, e conservare la calma per le sue meditazioni. Il suo motto fu: *bene vixit, qui bene latuit*.

2. — La filosofia di Cartesio, e in un certo senso anche quella di Bacone (in altre parole la filosofia moderna), comincia col *dubbio*: è in altri termini prima una critica esteriore, al passato, e poi una critica più profonda ed interiore per scoprire la vera conoscenza. Per Bacone la vera scienza proviene dal senso, per Cartesio invece dall'intelletto: l'uno dà luogo all'empirismo, l'altro al razionalismo. Ma il processo dell'uno e dell'altro vuole essere critico e non dommatico, per quanto in ultima analisi in entrambi si potrebbe scorgere una esigenza dommatica, atteggiata a varia maniera, verso l'esterno o verso l'interno, verso il mondo naturale o verso quello spirituale.

L'opera che qui c'interessa è esclusivamente il *Discorso sul metodo*, che anche oggi conserva molto valore. Intorno al 1626, Cartesio aveva scritto un trattato, pubblicato però solo dopo la sua morte, dal titolo *Regulae ad directionem ingenii*, che non fu mai ultimato, ma che pur contiene in parte il nocciolo di quel che poi rielaborò nel *Discorso*. Questo « doveva aprire, secondo Cartesio, non solo vie nuove allo spirito, ma anche tutte le porte della scienza. Il suo scopo è di porre un metodo che ci dia il mezzo di giudicare in modo sicuro tutte le cose, e di fondare una scienza dove le proposizioni siano legate le une alle altre rigorosamente, come nella matematica, che è il modello di tutte le scienze » (1).

---

(1) R. Cartesio. *Discorso sul metodo*. Bari, Laterza, 1912. Introduzione del Saitta, p. 13. In questa introduzione, il Saitta tratteggia molto bene l'opera del Cartesio, in poche pagine.

Ora, poichè ogni conoscenza si acquista coll' intelletto, bisogna indicare esattamente quale via o metodo deve seguire l' intelletto umano nella ricerca del vero: metodo unico ed universale se la scienza vuole e deve essere di validità universale. Come Galilei e Bacone, rifiuta la tradizione e l'autorità estrinseca, e propone la ricerca autonoma, personale. Ma mentre la testimonianza dei sensi bastava al filosofo inglese, a Cartesio non basta più: per lui anzi l' unica certezza è nella propria *coscienza*, anzi la coscienza della propria esistenza *(cogito, ergo sum)*: solo di ciò non è possibile dubitare. Sul resto invece è assolutamente necessario cominciare col *dubitare* (*dubbio metodico*, non dubbio scettico, beninteso). « Dio può avermi creato in un mondo di apparenze, in uno stato continuo di sogno, e tutto ciò che vedo può essere un inganno: ma io che m'inganno ci sono sempre ». Ma se di tutte le cose io posso dubitare non è lecito dubitare del mio stesso essere pensante: il pensiero è dunque la *certezza vera: cogito, ergo sum*. Se questa è la prima e vera conoscenza, la salvezza dal dubbio si trova nell'argomentazione — già chiara in S. Agostino — della *realtà della coscienza*. Posto a fondamento questo principio unico di suprema ed assoluta certezza, e di certezza immediata, intuitiva, evidente, Cartesio fa scaturire pel suo metodo una prima regola, cioè:

1[a]) È vero ciò di cui si ha un'idea *chiara* e *distinta*. Chiarezza e distinzione ne sono i caratteri, perchè sono anche quelli della nostra coscienza, del nostro *Io*, che è sempre presente a se stesso. Per *chiaro*, Cartesio intende ciò che si presenta intuitivamente dinanzi allo spirito; per *distinto*, ciò che è perfettamente limpido e nettamente determinato in sè. È naturale che questa prima regola costituisca da sè sola la prima base della

scienza, per la quale è necessaria massima libertà e indipendenza da ogni preconcetto teologico o filosofico nel senso tradizionale. — La seconda regola è:

2ª) scindere ogni difficoltà, quanto più è possibile, nei suoi elementi, per meglio risolverla. E questa è appunto l'***analisi***; processo cioè importantissimo per qualunque seria ricerca scientifica, il quale però non va disgiunto all'altro processo indicato dalla successiva regola, e cioè:

3ª) procedere gradatamente e ordinatamente dal facile al difficile, dal semplice al composto. Quest'altro processo costituisce la ***sintesi***, non disgiunta perciò mai dall'analisi, in quanto entrambe sono complementari nello svolgimento del metodo.

Finalmente, per controprova della seconda e terza regola, è necessaria anche una quarta ed ultima, e cioè:

4ª) fare sempre enumerazioni complete, rassegne generali delle parti e degli elementi risultanti dalla decomposizione, per assicurarsi di non aver nulla omesso.

Se la prima regola cartesiana conduce al dubbio metodico, che mira non allo scetticismo, ma ad una certezza maggiore, le altre regole non esprimono che i due processi fondamentali di ogni metodo scientifico, e hanno un ufficio dimostrativo di valore inconcusso: l' una nel salire dagli effetti alle cause, l'altra nello scendere dalle cause agli effetti, guidano a farci scoprire le verità non evidenti con la luce di verità evidenti. Il metodo giusto deve sempre proporsi questo scopo: partire da ciò che è più semplice e chiaro, e di qui tentare di comprendere il complesso e l'oscuro. Ma ciò che è evidente è l' intuizione immediata: i primi principî devono perciò essere immediatamente evidenti.

Da queste proposizioni intelligibili per se stesse, noi, mediante la ***deduzione***, deriviamo le conseguenze ulte-

riori. La deduzione consiste dunque nel passare progressivamente da proposizione a proposizione, da membro a membro, per via di una serie di intuizioni, arrivando a collegare tutta la catena con ciò che è evidente per se stesso, cioè colle proposizioni chiare e distinte che devono rappresentare il primo anello della catena. Per questa ragione Cartesio non è avverso al metodo empirico, perchè anche per lui l'esperienza immediata è il punto di partenza del processo scientifico; ma egli, oltre a porre nella nostra coscienza, non nella natura esteriore, questo punto di partenza, non vuol riconoscere nemmeno la necessità di verificare o controllare i risultati della deduzione. La scienza, per lui, sorge per mezzo di argomentazioni dai dati empirici e consiste di ipotesi logicamente dedotte (1). E ciò perchè lui, matematico eccellente, credette che tutto si dovesse elaborare secondo il modello della matematica. Per questa ragione la sua filosofia si propone di essere una specie di matematica universale. E poichè la scienza razionale per eccellenza è la matematica, la corrente filosofica che si originò da Cartesio è opposta a quella che si originò da Bacone, fu cioè *razionalistica*, e prese a modello la Geometria di Euclide, per la rigorosità deduttiva.

Dato il limitato nostro compito, non possiamo intrattenerci sulle altre parti della filosofia cartesiana. Ma per completare il quadro almeno dell'intero *Discorso sul Metodo,* riassumiamo le parti in cui esso si divide. La 1ª, abbraccia le considerazioni intorno alle scienze; la 2ª, le principali regole sul metodo; la 3ª, alcune regole sulla morale tratte da questo metodo; la 4ª, le ragioni che provano l'esistenza di Dio e dell'anima umana; la 5ª e la 6ª, l'ordine delle questioni di fisica e le condi-

---

(1) Höffding H. *Op. cit.* Vol. I., p. 209.

zioni necessarie per la ricerca della natura. Come si vede, vi è adombrata tutta la filosofia cartesiana, nella quale ciò che è interessante è il tentativo che Cartesio, primo fra i moderni, fece per dare una *teoria meccanica dell'evoluzione cosmica*, compreso il mondo organico; e cioè non soltanto l'astronomia, ma anche la fisiologia doveva essere una scienza assolutamente meccanica (descrisse, infatti, nel *Traité de l'homme*, in che modo il copo umano si possa concepire come una pura macchina). Ma ciò fece in vista di sottoporre la scienza della natura a sole determinazioni quantitative, esagerando il valore e l'applicazione matematica a tutte le cose. Nè poi riuscì ad evitare il dualismo, nel quale anzi si rinchiuse, per voler mantenere il contrasto tra *pensiero* ed *estensione*, tra spirito e natura.

Certo non sono poche le contradizioni in cui s'impiglia Cartesio, sia per aver ricorso alle *idee innate* nello spirito umano, sia perchè non sa nè può conciliare meccanicismo e finalismo nell' uomo e nell' universo. Per questa ragione, rompe l'unità suprema della scienza, e, attaccato in sostanza al suo dualismo, il valore di tutta la scienza non lo fa poggiare sull'esperienza e sull'esperimento, come avevano propugnato Galilei e Bacone, ma lo fa poggiare solo sul pensiero e sulla dimostrazione matematica, che da esso e con esso si ricava. E come fu unilaterale Bacone, fu unilaterale anche Cartesio: ma i due sistemi e i due metodi diversi, che sono personificati in questi due uomini e che si contesero il campo della filosofia per più tempo, s'incroceranno, per due vie diverse, nella Critica di Emanuele Kant, come in seguito vedremo.

CAP. IV.

Il metodo dopo Bacone e Cartesio.

Non dobbiamo dimenticare che, se Bacone e Cartesio furono i primi teorici del nuovo metodo scientifico, il nostro Galilei l'aveva non solo propugnato, ma attuato in pratica e inculcato a tutti i suoi discepoli. Se Bacone non ebbe occhi per apprezzare il valore teoretico della matematica, e se Cartesio ne esagerò la portata e ne respinse tuttavia l'utilità col volerla disgiunta dall'esperimento del mondo naturale, Galilei, preceduto in ciò da Leonardo da Vinci e più ancora da Keplero, conciliò le due opposte tendenze, e con una coscienza metodica molto chiara e matura creò la meccanica in quanto teoria matematica del movimento. « La divina geometria, che Keplero cercava nell'universo, si trovava nelle *leggi del divenire* » (1). E mentre Bacone cercava le *forme*, il *metodo risolutivo* del Galilei ricerca i processi più semplici del movimento, matematicamente; e mentre il primo ci offre delle tavole empiriche, Galilei ci offre i medesimi risultati dell'esperienza — accumulatrice di fatti — mediante il metodo *compositivo*, a base di matematica.

Perciò l'esperimento di Galilei è sintesi, in atto, dell'uno e dell'altro processo: con esso Galilei interroga la *natura* fisica, ma con una ragione teleologica (cioè con un *fine)*, vale a dire spinto dall'intelletto a ricercare una certa verità, isolando gli elementi fisici e costringendo volontariamente la natura a manifestarsi. « Appunto in virtù di questi principî della meccanica, Newton potette poi costruire, mediante l'ipotesi della gravitazione, la

---

(1) WINDELBAND W. *Op. cit.*, Vol. II., p. 59.

teoria matematica per la spiegazione delle leggi di Keplero » (1).

Ma l'influsso metodico di Galilei si può dire restò, per il momento, circoscritto ai suoi soli discepoli, e dopo di lui vediamo che il campo filosofico si divide e parteggia o per l'empirismo baconiano o per il matematismo cartesiano.

Gli scolari e seguaci di Cartesio, i razionalisti, esagerarono il difetto del maestro, scambiando l'attività creatrice dello spirito col sistema rigorosamente dimostrativo, qual è il Manuale di geometria di Euclide, e il nuovo metodo di ricerca diventò un'*ars demonstrandi,* con a base assiomi e definizioni, teoremi, corollarî e scoli. L'ideale della scienza dimostrativa fu da allora in poi la matematica. L'influsso che il Cartesio esercitò sul Pascal (1623-1682) si può ben osservare nei « Pensieri » di quest'ultimo (2) e in quel trattato intitolato: « *L'arte del pensare* » (di cui sono tuttavia indicati autori l'Arnauld e Nicole),uscito dal medesimo ambiente di Porto Reale. In cotesti libri, infatti, troviamo le regole per filosofare per mezzo di definizioni, di assiomi e di dimostrazioni, secondo l'uso geometrico.

Oltre che i Portorealisti, anche Geulincx (3), nei suoi

---

(1) WINDELBAND W. *Op. cit.* Vol. II, p. 60.

(2) Per quanto il Pascal sia finito anticartesiano e mistico.

(3) Nato nel 1629 ad Anversa, morì nel 1669.

Dallo stesso indirizzo cartesiano deriva il così detto *occasionalismo,* il cui rappresentante tipico è il mistico Malebranche, la cui opera principale è « *La recherche de la verité* », nella quale vuol rintracciare le cause degli errori e i mezzi per liberarsene. Fra le cause degli errori pone la credenza nei sensi: i nostri pensieri derivano direttamente da Dio e le cause naturali non sono che cause occasionali della nostra conoscenza.

scritti logici, portò un contributo alla trasformazione del metodo cartesiano nel procedimento euclideo; ma colui che maggiormente e più rigorosamente si serve di un tale schematismo matematico è Spinoza (1). Egli condensò tutta la sua filosofia nell'*Ethica (more geometrico demonstrata)*, sviluppandola a maniera euclidea, partendo da definizioni ed assiomi, e giungendo grado a grado a corollari e scoli, convinto di essere riuscito ad ottenere la maggiore certezza possibile. Ma questo metodo geometrico aveva un grave difetto, quello cioè di partire da premesse metafisiche, cioè dal concetto di Dio, da cui lo Spinoza, per convinzione religiosa soltanto, presumeva di far discendere tutta la serie delle sue dimostrazioni.

Tale metodo contò numerosi altri seguaci in Francia e in Germania; fra essi notiamo il Weigel, il Wolff, il Pufendorf e anche il Leibniz. Il Wolff (sec. XVIII), che usò questo metodo largamente nei suoi manuali latini, contò a sua volta numerosi discepoli e acquistò molta fama nell'insegnamento accademico tedesco. Il Leibniz (2), che divide con Newton la gloria della scoperta del calcolo infinitesimale (o meglio ha il merito di averlo elevato a sistema), offre l'espressione più alta del razionalismo metafisico di tipo matematico: anche lui vuol partire da una certezza immediata e intuitiva, e perciò giunge a distinguere le *verità universali* e le *verità di fatto*; anche lui usa la *dimostrazione*, partendo da assiomi o principî necessari ed evidenti, a modo geometrico,

---

(1) Nato il 1632 in Amsterdam, morì nel 1677. È uno dei grandi filosofi moderni, il cui sistema filosofico merita di essere conosciuto.

(2) Uno dei più famosi filosofi tedeschi. Nato a Lipsia il 1646, morì il 1716. Costruì uno dei più grandi sistemi filosofici.

e questi principî, da cui parte, risalgono anch'essi a delle verità spirituali. La sua idea di un'*arte combinatoria* o *caratteristica generale*, era una specie di simbolica universale che dovrebbe estendere a tutta la scienza razionale il linguaggio dell'algebra (donde poi è scaturita la così detta *logica matematica*).

L'altro indirizzo, quello empirico di Bacone, ha trovato seguaci non tanto per ciò che riguarda l'approfondimento del metodo, quanto per ciò che si riferisce alla teoria della conoscenza, all'etica e alla politica. Tuttavia alcuni filosofi di questo periodo, reagendo al cartesianismo, si rivolgono maggiormente verso la filosofia dell'esperienza, che valga a temperare l'astrattismo geometrico del metodo iniziato da Cartesio. Pietro Gassendi (1) volle essere un filosofo empirico, contro Descartes e contro il metodo intuitivo e deduttivo di lui; seguace dell'atomismo epicureo, cercò di conciliare scienza e religione, ma se non riuscì — perchè non poteva — a compiere questo miracolo (anche per la sua posizione di ecclesiastico), contribuì per lo meno ad allontanare il discredito dalla dottrina atomica, che veniva dichiarata empia solo perchè congiunta al nome di Epicuro (del quale il Gassendi prese le difese).

L'influenza del calcolo matematico è risenttito anche da un altro filosofo empirista, cioè Hobbes (2), il quale propugna la conoscenza dimostrativa per via di assiomi e definizioni, e paragona appunto il pensiero al calcolo,

(1) Nato in Francia 1592, morì il 1655.

(2) Nato il 1588 in Inghilterra, morì nel 1679. È un pensatore acuto ed energico; autore del *Leviathan* (che è la teoria politica dello Stato) e di altri scritti, cerca di fondare uno dei più grandi sistemi materialistici moderni, ponendo a fondamento la scienza naturale.

in quanto dice di potersi compiere mediante i segni concettuali delle cose. Lo avvicina a Descartes la simpatia pel metodo geometrico deduttivo, ma il suo pensiero è nutrito e si svolge in un terreno empirico, il cui alimento vien offerto a lui da Bacone, in quanto che anch'egli ritiene che solo oggetto della scienza è la realtà empirica, materiale.

Anche Keplero, che già abbiamo studiato, descrive il processo logico della scienza, « la quale, movendo dalle osservazioni preliminari, sale induttivamente alle ipotesi atte a salvare le apparenze, delle quali deve poi misurare il valore, esaminando le loro conseguenze al lume della geometria e della fisica » (1). E finalmente Newton (2) non prende le mosse soltanto da concetti chiari e da assiomi evidenti a priori, secondo i criteri cartesiani o leibniziani, ma procedendo piuttosto sulla via della scuola di Galilei, vi aggiunge dei *postulati* attinti all'osservazione o all'esperienza (3). In Newton il metodo deduttivo e l'induttivo si armonizzano perfettamente, e la matematica (scienza astratta dello spirito) si unisce alla fisica (scienza concreta della natura), dando luogo a quello che poi si è chiamato concetto storico della scienza.

Ma il vero metodo storico, nel campo della filosofia,

---

(1) Enriques F. *Per la storia della logica*. Bologna, Zanichelli, senza data, p. 58.

(2) Inglese, nato il 1642 e morto il 1727. Scrisse l'opera intitolata *Regulae philosophandi*, che è la descrizione del metodo che lo scienziato vero deve seguire. Anche Hooke, illustre scienziato contemporaneo di Newton, si occupò di problemi metodologici, distinguendosi in un certo senso dal suo connazionale.

(3) Enriques F. *Op. cit.*, p. 107.

è quello iniziato e attuato nell'ambito delle scienze morali e politiche dal nostro grande G. B. Vico, profondo e sistematico pensatore, che, indipendente e fuori di ogni corrente allora di moda, concepì il pensiero di una *storia ideale della realtà*, nella sua opera la « *La scienza nuova* ». Oppositore dell'astrattismo e del cartesianismo (1), egli pensa che la scienza non possa muoversi dal *vero* ma dal *certo,* e questo *certo* non è la *coscienza* individuale, ma il senso *comune del genere umano*. Perciò l'antidoto al matematismo e all'astrattismo dominante bisognava, per lui, cercarlo nella *storia*: la sua *Scienza nuova* è « una storia delle umane idee », in cui si dimostra come la civiltà umana sia stata uno sviluppo continuo che muove dal senso per arrivare alla scienza.

N. B. A questo punto è necessario fermarci, a causa della brevità impostaci, ma non bisogna credere che qui finisca la serie dei filosofi e degli scienziati che si siano occupati di metodo e di metodologia. Seguendo chi l'empirismo e chi il razionalismo, abbiamo avuto fino ad oggi opere di *logica* che rispecchiano l'uno o l'altro indirizzo. Noi ci fermiamo a indicare, nel campo dell'empirismo, alcuni altri pensatori inglesi, quali sono il Locke, l'Hume, l'Hamilton e lo Stuart Mill (2). Quest'ultimo rientra in quella corrente che fu anche chiamata del *positivismo* (che fa capo al francese Augusto Comte): nel suo libro sulla *Logica induttiva*, dopo

(1) Il Vico naque a Napoli il 1668 e morì il 1744. Fu insegnante di eloquenza nell'Università di Napoli. Fra le molte sue opere, notiamo: *De antiquissima italorum sapientia* (1710); *De universis juris uno principio et fine uno* (1720); e finalmente: *Principî di scienza nuova* (1725).

(2) Nato il 1806 in Inghilterra, morì il 1873.

aver stabilito il concetto del nuovo metodo e le diverse sue forme, tratta partitamente del metodo di ogni scienza, e quest'applicazione è la parte più nuova e più ingegnosa del suo libro (1).

Anche la storia naturale ha avuto il suo sviluppo metodico e i teorici del relativo metodo, il quale si è fondato su classificazioni *artificiali* o *naturali*: basti citare il De-Candolle, il Jussieu, il Cuvier, il Geoffroy Saint-Hilaire, il Darwin, il Linneo, il Milne-Edwards, il Vogt ecc.

D'altra parte non sono mancati dei filosofi e qualche scienziato dell'altra corrente, i quali hanno dato più sviluppo al metodo intellettualistico e matematizzante, riallacciandosi a Cartesio, Spinoza, Leibnitz. Tuttavia non si può dire che essi abbiano avuto fama e seguito, dopo che la filosofia e la scienza moderna si è orientata verso una maggiore tendenza e un maggior contenuto empirico-scientifico.

---

(1) È interessante soprattutto ciò che egli dice a proposito del metodo delle scienze fisiche, per quel che riguarda l'interpretazione dell'esperienza e la ricerca delle *cause*. Per trovare la causa (e non confonderla col *caso*), Bacone aveva indicato il procedimento delle così dette tre *tabulae*; il Mill invece indica altre quattro forme di ricerca e di esclusione, e cioè, il metodo di *concordanza*, il metodo di *differenza*, il metodo delle *variazioni concomitanti* e il metodo dei *residui*. Questo procedimento anche oggi conserva il suo valore nel campo delle scienze fisiche e naturali.

SEZIONE III.

La filosofia e la scienza moderna.

CAP. I.

Gl' indirizzi fondamentali della filosofia moderna.

1. — Le correnti principali della filosofia e della scienza moderna sono quattro: l'*empirismo*, l'*intellettualismo*, il *criticismo*, l'*idealismo*. Tutte le altre, e non sono poche, possono essere riallacciate, direttamente o indirettamente, a questa o a quella, o possono essere tentativi eclettici di conciliazione fra alcune di esse. Di molte, poi, si potrebbe, in ultima analisi, rintracciar la loro prima radice remota in questo o quel grande sistema dell' antichità.

Abbiamo visto, nei capitoli antecedenti, a chi fa capo, nell'epoca moderna, l' indirizzo empirico. Questo, dopo Bacone, ebbe illustri rappresentanti, soprattutto in Inghilterra e poi in Francia, in cui assunse, in tempi più vicini, il nome di *positivismo*. Che cosa vuole l'empirismo? — Vuole spiegare la conoscenza e costruire la scienza partendo esclusivamente dal così detto mondo empirico, cioè quello dei fatti e dei fenomeni. Esclude perciò principî a priori, idee innate, categorie astratte, e sostiene che tutte le nostre idee ci vengono dall'esperienza, dalla quale, per abitudine e per associazione, ci vengono anche quei principî logici supremi che sono a base del nostro stesso pensiero ragionante, che deve

tutto, così, all'esperienza sensibile (donde poi l'altra corrente collaterale, che fa capo al francese Condillac, chiamata col nome di *sensismo*, perchè fa derivare tutto dai sensi). Così i pensatori di questo indirizzo finiscono coll'attaccare e distruggere il principio di *sostanza* e quello di *causa*, sostenendo che nulla è *a priori* nell'intelletto, e tutto è frutto dell'esperienza empirica (sia esteriore, sia psicologica), giungendo talvolta ad una forma di vero e proprio *scetticismo*.

Così, in questa corrente, troviamo prima Hobbes, di cui abbiamo fatto cenno, poi Locke (1). L'opera principale di Giovanni Locke è il *Saggio sull'intelletto umano*, col quale combatte l'*innatismo* cartesiano e dimostra l'origine empirica di tutte le nostre conoscenze, paragonando la nostra mente ad una *tabula rasa*, cioè a un foglio bianco, sul quale s'imprimono tutte le sensazioni che ci vengono dall'esterno. Alle *sensazioni* aggiunge, come unica e sola attività spontanea della coscienza, la *riflessione*. Ma restò coerente al principio che *nil est in intellectus quod prius non fuerit in sensu*. Infine negò il concetto di una *sostanza* reale, corrispondente alle nostre idee, dimostrando esser essa un'idea collettiva, cioè complessa, senza aver a base nessun dato positivo.

L'altro importante filosofo inglese è Davide Hume (2), il quale fra le altre opere scrisse i *Saggi filosofici sull'intelletto umano*, in cui alla negazione dell'idea di sostanza, operata dal Locke, aggiunse la negazione dell'idea di *causa*, fondandosi sul medesimo presupposto.

---

(1) Giovanni Locke nacque nel 1632 in Inghilterra e morì nel 1704. Fu colui che distinse le qualità delle cose in *primarie* e *secondarie*.

(2) Nato a Edimburgo il 1711, morì il 1766. Importante è anche la sua opera dal titolo: *Trattato della natura umana*.

che nulla di reale rappresentano i nostri principî mentali; che tutto è frutto del mondo sensibile e dell'abitudine, nonchè della fede naturale, la quale si radica ben presto nell'intelletto umano; giunse ad uno scetticismo *conseguente*, cioè finale, mentre quello proposto da Cartesio, col dubbio metodico, era antecedente. Ma questo di Hume è il solo e vero scetticismo, che distrugge ogni possibilità di certezza, e attacca la scienza alle sue radici, perchè infirma proprio la conoscenza certa delle cause e delle sostanze.

Non mi occupo di altri filosofi (1) più o meno importanti (nè del sensismo (2) e quindi materialismo francese assai più vicino a noi), per potermi meglio fermare sul filosofo che supera e assorbe in sè tanto l'empirismo quanto l'intellettualismo astratto: e cioè Emanuele Kant — che è il fondatore dell'indirizzo critico. Ma poichè

---

(1) Per mancanza di spazio non posso fermarmi su di un altro grande filosofo inglese di questo periodo: Giorgio Berkeley (1684-1753). Il quale però, pur riallacciandosi, o meglio partendo da Locke riuscì ad un *idealismo empirico*, eliminando la realtà materiale dei corpi e riducendo tutto a sensazioni (o meglio rappresentazioni), concepite come le uniche *idee reali*. L'essere reale del mondo è l'essere rappresentato: *esse est percipi*, e il mondo dei corpi esiste solo nella mente, o finita o infinita (Dio). Scrisse parecchie opere: *Saggio di una nuova teorica della visione; I principî dell'umana conoscenza; Dialoghi tra Hylas e Filonous*, ecc.

(2) La corrente sensista francese si diffuse anche in Italia: il nome più famoso è quello dell'abate Stefano Bonnot di Condillac (1715-1780), autore del *Trattato sulle sensazioni*, col quale fondò quel nuovo sistema chiamato della *sensazione trasformata*. Infatti la conoscenza tutta, nonchè la coscienza stessa — e perciò lo spirito umano — deriverebbe interamente dalle sensazioni. Famosa è l'immagine della *statua di carne*.

egli deriva anche dall'altra corrente, che in lui si fonde colla prima, cioè l'intellettualismo, è perciò d'uopo dare uno sguardo prima a quest'altro indirizzo che solo in parte conosciamo.

2. — Abbiamo detto che il fondatore di esso è Cartesio ed abbiamo accennato ai cartesiani, o anticartesiani, rientranti però tutti nell'ambito della stessa corrente dello spiritualismo astratteggiante. Abbiamo accennato all'occasionalismo di Geulincx e di Malebranche; ma i filosofi intellettualisti più importanti sono Spinoza e Leibnitz. Il primo (1) s'era formato sulle opere di Cartesio, la cui filosofia anzi espose in un trattato intitolato: *Principî della filosofia cartesiana* (1663); scrisse poi un *Trattato teologico-politico* (1670), ma solo dopo la sua morte apparve l'opera principale di lui, l'*Etica*. Egli, all'opposto di Locke e di Hume, che avevano considerato il concetto di sostanza come qualcosa di vuoto, parte dalla *sostanza*, considerata come reale ed efficiente, la cui attività si potrebbe esplicare con infiniti attributi. Tutta la realtà si svolge da un'*unica sostanza*, assolutamente infinita (si badi che è concepita metafisicamente e cioè come sostrato e causa primordiale dello *spirito* e della *materia*): ma essa ha due *modi* di manifestarsi, quello del *pensiero* e quello dell'*estensione*.

I due mondi sono indipendenti; il mondo corporeo, materiale, è spiegato da Spinoza meccanicamente, in base al principio di *causalità*, il quale anzi ha valore assoluto anche pel mondo spirituale, riuscendo così a negare la libertà del volere, mentre d'altra parte non supera il dualismo cartesiano tra spirito e corpo, in quanto vuol tenere distinte le due serie, cioè quella

(1) Cfr: Cap. precedente.

materiale o delle cose, da quella spirituale o delle idee. Spinoza intanto è chiamato anche *monista*, perchè la sua filosofia è costruita su di un'*unica sostanza* iniziale.

L'altro grande filosofo di questo indirizzo è Leibnitz(1), il quale, venuto dopo il dualismo cartesiano e il monismo spinoziano, pensò ad una conciliazione *sui generis* di questi due indirizzi: concepì la *sostanza* come forza, e viceversa; invece di ammettere un'unica sostanza, ammise tante sostanze quante sono le forze: queste sostanze-forze le chiamò *monadi*, e così al monismo spinoziano oppose un *pluralismo* di esseri reali. Le monadi sono però indipendenti l'una dall'altra, e individualmente limitate: ma il loro vincolo comune è la stessa materia di cui sono formate. Hanno in sè un principio attivo e passivo, che è anima e corpo, che sono come i momenti essenziali di ciascuna di esse. Iddio è la monade suprema, del tutto isolata e indipendente dalla materia delle altre. Ma l'ordine delle monadi è perfetto: nessuna nasce e perisce, e tutte rappresentano una serie continua, indiscernibile. La somma delle monadi, e quindi delle forze motrici universali, è costante: su di esse e in esse impera sovrana questa legge di *armonia*, la quale è *ab aeterno* prestabilita. Ogni monade è uno specchio vivo dell'universo, pur essendo tutte dissimili. Per la conoscenza, Leibnitz accetta da Locke il motto: *Nil est in intellectus quod prius non fuerit in sensu*, ma vi aggiunge: *nisi intellectus ipse*. L'intelletto per lui non è perciò una *tabula rasa*, ma un'attività preformata: esistono in esso delle verità, virtualmente, sebbene non se ne abbia coscienza: ogni pensiero nasce da una rappresentazione sensibile, ma non come da causa, sibbene come da un grado anteriore, da cui si è sviluppato.

---

(1) Cfr: Cap. precedente.

La sua dottrina che abbraccia tutti i campi, ed è veramente come un grandioso sistema, si ricava dall'opera intitolata: *Nuovi saggi sull'intelletto umano* (scritta in opposizione a quella dell'Hume), dalla *Teodicea,* dalla *Monadologia* e da molte altre opere di minore importanza.

La filosofia del Leibnitz fu sistematizzata e diffusa nelle scuole tedesche da Cristiano Wolff (1), che si potrebbe quasi dire un commentatore della dottrina leibniziana, ma fu pure un infaticabile ordinatore, che in uno schema compiuto riunì, nelle sue opere, tutte le parti della filosofia che s'insegnò in Germania fino a Kant. La sua opera non è perciò originale, e porta in sè qualcosa di pedantesco; ma fu atta ed utile a disciplinare le menti e ad avvezzarle al rigore dimostrativo, senza ricorrere più alla filosofia scolastica.

Certo, il difetto di tutta la corrente intellettualista è quello di esagerare, nella spiegazione del processo conoscitivo, l'importanza degli schemi concettuali e della deduzione logica astratta, fondandosi su principî assolutamente a priori, e subordinando ad essi l'esperienza, che viene ad occupare un posto insignificante di fronte alla ragione astrattamente legislatrice: il mondo esterno è spiegato in funzione dello spirito, che lo fa derivare e ordinare secondo presupposti logici, metafisici, religiosi concepiti per via assolutamente *a priori,* facendo derivare l'ordine del mondo dall'ordine dei nostri pensieri, costruiti più o meno geometricamente e deducendo tutto

(1) Cfr: Cap. precedente. Aggiungiamo che egli scrisse, e riscrisse poi in latino, la *Logica,* la *Metafisica,* l'*Etica,* il *Diritto delle genti* ecc.

il resto con rigore matematico. Prevale in tale indirizzo un determinismo geometrico, e un meccanismo causale applicato tanto allo spirito quanto alla natura, non concedendo nulla alla qualità (sia sentimento, sia volontà), fondando tutto su rappresentazioni intellettuali, e considerando tutto il mondo *sub specie quantitatis*.

3. — Prima di avviarci a parlare degli altri due indirizzi (criticismo e idealismo), è necessario accennare brevissimamente a quella corrente che, in questo frattempo (sec. XVIII), si diffuse in Francia e in Germania sotto il nome di *Illuminismo*, e che abbraccia il periodo anteriore alla rivoluzione francese. Esso sorge come reazione al rigido intellettualismo, o meglio sorge come naturale ritmo del pensiero filosofico che, insodisfatto del solo aspetto teoretico, si rivolge all'aspetto *pratico*: si vuole una filosofia non solo come sola conoscenza, ma anche come *sapienza della vita*.

Questo vasto movimento, che invase tutta l'Europa, fu chiamato *illuminismo* perchè si concepì il sapere e la filosofia come necessaria guida e lume della vita pratica, il cui valore finale fu messo in evidenza. Esso era stato preparato da tutta la tradizione scientifica del periodo precedente, dal risveglio letterario, dalla nuova concezione laica della vita che il Rinascimento prima e le correnti rinnovatrici naturalistiche poi avevano elaborata.

L'illuminismo s'inizia veramente in Inghilterra, quindi passa in Francia (ove preparò in varie maniere la rivoluzione) e quindi in Germania, ove trova príncipi e regnanti che lo favoriscono. Corifeo dell'illuminismo inglese è lo stesso Locke, ma più conseguenziario è Davide Hume. Il pioniero dell'illuminismo francese è Pietro

Bayle, ma il più grande scrittore ed esponente di questo indirizzo è Voltaire (1). Ma a quest'illuminismo intellettualista della prima maniera fa riscontro, in Francia, un illuminismo orientato più verso il sentimento con G. G. Rousseau, che segnò la linea intellettuale della rivoluzione (2). In Germania oltre il Leibnitz e il Wolff stesso, iniziatori indiretti di questo movimento, troviamo il Lessing, l'Herder, il Mendelssohn, il Nicolai ecc.

A questo illuminismo laico, che è di carattere filosofico-politico-sociale, fa riscontro, o anche si accoppia, un altro movimento, che va sotto il nome di *Pietismo*, che ha un carattere religioso, perchè propugna il rafforzamento della ragione a scapito della fede intesa in senso tradizionale.

4. — Così giungiamo all'indirizzo criticistico che ha come fondatore uno dei più grandi, anzi forse il più grande dei filosofi moderni: Emanuele Kant. Nacque a Könisberg il 1724 e morì il 1804. Fu educato secondo lo spirito del pietismo allora dominante, e non ebbe altro

---

(1) Voltaire (1694-1778) nelle sue *Lettere sugli inglesi* espose una nuova filosofia e un nuovo ordinamento della società. Ma l'opera più caratteristica è il *Dizionario filosofico*, che contribuì alla diffusione dell'illuminismo, con risultati però volti verso lo scetticismo.

Al Voltaire va aggiunto il Montesquieu (1689-1755), che scrisse *L'esprit des lois;* il sensista *Condillac;* l' Helvetius (1716-1771), autore de *L'esprit, De l'homme* ecc.; Diderot, La Mettrie, d'Holbach ed altri.

(2) Cfr: Windelband W. *Op. cit.*, Vol. II, pp. 118-119 ecc. Il Rousseau (1712-1778) è l'autore di una grande opera pedagogica, l'*Emilio,* e di altri importanti scritti, quali *Il contratto sociale, La nuova Eloisa* ecc.

pensiero ed altra passione costante che lo studio. La sua vita è semplicissima e, come dice il nostro Fiorentino, si compendia nei suoi libri e nel suo insegnamento, che cominciò come precettore privato e terminò come professore universitario. Le sue principali opere sono le tre Critiche, e cioè: *Critica della ragion pura; Critica della ragion pratica; Critica del giudizio* (1), nelle quali è compendiata quasi tutta la sua filosofia: gnoseologia, etica ed estetica. In lui convergono tutti e due gl'indirizzi precedenti; l'empirismo e l'intellettualismo, per esser fusi e superati. Egli prendendo le mosse da Hume e da Wolff, si propone *ex novo* il *problema della conoscenza* e lo risolve in modo suo proprio, cioè *criticamente*, ossia per mezzo di un metodo critico, vale a dire senza stabilire dommaticamente i principî della sua filosofia, ma facendoli derivare analiticamente dopo la critica dei due sistemi opposti.

Nelle scuole tedesche egli aveva studiato la filosofia di Wolff, che è un realismo dommatico, che identifica senz'altro la realtà logica con la realtà effettiva, deducendo tutto il resto astrattamente; ma le opere di Hume scossero Kant dal sonno dommatico e, dopo molti e pazienti studî, giunse a conclusioni sue proprie. Ma prima si pose il problema cardinale, cioè: in che cosa consiste e su che cosa si fonda il rapporto della *conoscenza* col suo *oggetto?* — Ed è questo il problema che dà luogo alla soluzione ch'egli ci dà nella *Critica della Ragion pura:* ossia alla scoperta del *giudizio sintetico a priori*, concepito cioè come *unificazione* di una molteplicità,

(1) Ma scrisse anche: *Prolegomeni ad ogni futura metafisica; Fondamento alla metafisica dei costumi; Principî metafisici della scienza della natura; La religione dentro i limiti della pura ragione*, ecc.

conciliando così l'intelletto colla sensibilità, dimostrando cioè l'unità originaria e creativa della conoscenza, che consiste in una *sintesi* della forma (intelletto) col contenuto (esperienza sensibile), e cioè del *concetto* (categoria) coll'*intuizione* (concretezza). Il primo, cioè il puro e vuoto schema intellettuale, senza l'intuizione concreta è un quadro vuoto; la sensazione o intuizione sensibile senza il concetto è cieca. Ma nè l'uno nè l'altro vantano alcuna precedenza; essi sorgono contemporanei nella nostra coscienza; sono dunque una *sintesi*, ma *a priori*, cioè contemporanea e nativa, o creativa, del nostro spirito, senza attendere che dall'esperienza (e cioè *a posteriori*) sorga poi l'atto conoscitivo, come pretendeva l'empirismo e il sensismo; ma nemmeno i concetti mentali, astratti, potevano vantare alcuna precedenza. Così dava torto a tutte e due le precedenti correnti filosofiche, ma di esse riteneva ciò che vi era di buono. Il che non significava essere eclettico, ma voler superare e inverare ciò che è innegabilmente fattore della conoscenza: il mondo esterno e il mondo interno. Certo, anch'egli finì col cadere in un altro errore, cioè nell'ammettere che la stessa nostra conoscenza è limitata, perchè non può andar oltre il *fenomeno* (apparenza), mentre ci resta sconosciuta l'essenza delle cose, cioè il *noumeno* (*cosa in sè*), terminando così in una specie di dualismo. Quindi nasce la conseguenza: che oggetto della scienza sono soltanto i *fenomeni*, essendo le essenze inconoscibili. La conoscenza umana però ha il carattere dell'*universalità* nel tempo e nello spazio, nonostante che il suo contenuto sia rappresentato da fenomeni, dati sensibili, cioè fatti particolari; questa universalità però è congiunta alla *necessità*, cioè al fatto che la nostra conoscenza non può apprendere se non in quella determinata maniera il mondo esterno, e perciò ha valore anche di

necessità, ma necessità soggettiva, cioè derivante dalla originaria costituzione dell'intelletto umano. Quindi la conoscenza si attua per mezzo di alcune *forme* del pensiero (categorie intellettuali-universali) e per mezzo di alcune *forme* della sensibilità (tempo e spazio): tutta l'esperienza sensibile, e cioè tutti i dati della percezione o dei sensi, infiniti per numero, sono da quelle forme *unificati* e resi intelligibili: e l'attuazione della loro intelligibilità è data dal giudizio sintetico *a priori*.

Anche la scienza della natura è possibile — oltre che per un fondamento matematico — soprattutto perchè la *pensiamo mediante concetti*. Infatti se la natura fosse lei a prescrivere leggi al nostro intelletto, noi non potremmo avere di lei che una conoscenza empirica, inadeguata, e non mai *a priori*: se questa è possibile vuol dire che è l'intelletto che prescrive leggi alla natura (1). In quanto alla materia, egli la definisce come qualcosa che si muove nello spazio, poi dice che l'essenza di essa consiste nell'azione reciproca di una forza *repul-*

---

(1) « Quando Galilei fece rotolare le palle su di un piano inclinato, con un peso da lui stesso scelto.... fu una rivelazione luminosa per tutti gl'investigatori della natura. Essi compresero che la ragione vede solo ciò che lei stessa produce, secondo i propri disegni, e che, con principî dei suoi giudizî, secondo leggi immutabili, deve essa entrare innanzi e costringere la natura a rispondere alle sue domande.... La fisica è così debitrice di una tanto felice rivoluzione, compiutasi nel suo metodo, solo a questa idea di cercare nella natura, senza fantasticare intorno ad essa, ciò che deve apprenderne — di cui nulla potrebbe da se stessa sapere — conformemente a ciò che la ragione stessa vi pone ». (E. Kant, *Critica della ragion pura*. Traduz. italiana di G. Gentile e Lombardo Radice. Bari, Laterza, 1910. Parte I., prefaz. alla 2ª ediz. pp. 18-19).

siva e di una *attrattiva:* rigetta quindi l'idea atomistica e fa il tentativo di derivare la materia della forza.

Ristabilisce intanto il valore della scienza col ridare assoluta importanza al principio di sostanza e di causa, distrutti da Hume; anzi per essi, appunto perchè sono categorie della nostra mente e quindi di valore universale, è resa possibile la scienza; la quale ha inoltre bisogno di altre due forme della nostra sensibilità, cioè quella di *spazio* e di *tempo*, con cui tutta l'esperienza sensibile (ossia i fenomeni) è regolarmente ordinata ed intesa. Solo così sono possibili la conoscenza matematica e la fisica; la prima è possibile per le intuizioni pure, la seconda per l'applicazione delle categorie ai fenomeni. Una scienza del sovrasensibile — e cioè la metafisica — viene da Kant esclusa dal regno delle vere scienze, che devono aver valore di certezza assoluta, universale ma nello stesso tempo concreta.

Il problema morale Kant lo trattò nella *Critica della ragion pratica*, e il problema estetico nella *Critica del giudizio;* il primo lo risolse coll'autonomia della legge morale *(imperativo categorico)*, soggettiva, ma universale, necessaria e suprema, senza farla dipendere dalla teologia; il secondo lo risolse colla soggettività del giudizio estetico, che ci fa apprendere il *bello* nell'arte e nella natura. Insomma, in ogni ramo della filosofia, Kant mette in rilievo la soggettività, la creatività, la spontaneità del nostro pensiero, che non è prodotto dell'esperienza ma è esso stesso il creatore dell'esperienza, e quindi il vero creatore della scienza. Per questa ragione Kant è il più grande filosofo moderno che abbia dato l'interpretazione più originale e il più armonico sistema del conoscere, ed è perciò da considerarsi come colui che ha posto i fondamenti teorici della vera scienza moderna.

Kant ebbe seguaci ed avversari: fra i seguaci, ci limitiamo soltanto ad eccennare i più grandi: come Fries, Reinhold, Maimon, lo stesso poeta Schiller ed altri; fra gli avversari notiamo: Haman, Herder, Jacobi, ecc. A Kant si rannodano, poi, due altri grandi filosofi tedeschi posteriori: Herbart G. F. (1776-1841) e Schopenhauer A. (1788-1860), e in un certo senso anche il romantico Schleiermacher (1768-1834), i quali cercano, attraverso sistemi propri, di ravvivare e correggere la dottrina del loro grande predecessore e maestro.

5. — Così ci troviamo di fronte all'ultima delle quattro correnti fondamentali della filosofia, all'*idealismo*, che è in fondo il carattere comune di quasi tutti i sistemi che discendono da Kant. Essi si sviluppano in generale dalle antitesi implicite nel concetto kantiano della *cosa in sè*, o *noumeno*. Dopo una breve esitazione, i tre più grandi idealisti tedeschi, Fichte, Schelling, Hegel, si orientano verso una filosofia che elimina ogni residuo, vale a dire ogni *essenza* ignota, sistematizzando senza più ombra di dualismo l'intero scibile, in un organismo filosofico-scientifico che fa capo monisticamente al solo spirito, dal quale e nel quale la natura viene razionalmente inquadrata e assorbita. Idealismo (1), dunque, significa quella concezione sintetica che deriva tutto da un principio unico assoluto — lo spirito — mediante un metodo deduttivo e costruttivo.

Fichte G. A. nacque il 1762 e morì il 1814. A trent'anni si trovò ad essere involontariamente celebre per aver pubblicato, però anonimo, un libro dal titolo: *Critica di ogni rivelazione,* che levò molto rumore, tanto

(1) È detto anche col nome più generico di *filosofia romantica,* o del romanticismo tedesco.

da venir attribuito a Kant, del quale egli aveva studiato tutte le opere (e lo aveva anche conosciuto di persona).

Nel 1808 scrisse, dopo le vittorie francesi in Germania, il libro intitolato *Discorsi alla nazione tedesca*. Fra le altre opere filosofiche (1), quella che c'interessa di più è *La dottrina della scienza*, nella quale è esposto tutto il suo pensiero. Volendo spiegare l'esperienza, e trovandosi di fronte alla dualità di soggetto e oggetto, poichè nessuna scienza può poggiare su due principî opposti e radicalmente diversi, egli si risolve a fondare una teoria colla quale deduce il *non-io* dall'*io*; secondo lui, l'*autocoscienza* o *io puro* (spirito) pone se stesso e il suo opposto (mondo). Insomma, volendo trovare il principio fondamentale di tutto il sapere, Fichte escogitò che tutto sia posto dall'*attività* dell'io, che appunto per affermare se *stesso* è costretto ad affermare anche l'*altro*, limitando sè stesso: il mondo è una oggettivazione, diciam così, dell'io (ma ben inteso l'*io puro*, e non il nostro *io empirico*): il mondo, o meglio la rappresentazione complessiva del mondo, è il prodotto di un'attività spontanea, in se stessa incosciente. Allo stesso modo che noi proiettiamo le qualità sensibili, proiettiamo parimenti lo spazio, il tempo, la causalità, ecc. E tutto ciò non è un'illusione perchè la vera realtà sta appunto in quest'attività creatrice dell'autocoscienza. E poichè l'attività originaria dell'*Io* è anche volontaria, la stessa nostra concezione del mondo è una decisione pratica fin dal primo momento. « Tutto il sistema delle nostre rappresentazioni, dice Fichte, dipende dai nostri impulsi e dalla nostra volontà ».

---

(1) Quali: *Il destino dell'uomo*, *Sulla missione del dotto*, *Dottrina dei costumi* (ossia etica) ecc.

Schelling F. G. si connette immediatamente al pensiero di Fichte. Nato il 1775, pubblicò ben presto uno scritto intitolato *Idee su la filosofia della natura,* e dopo parecchi altri, il *Sistema dell'idealismo trascendentale* (1800), quindi l'*Esposizione del mio sistema,* la *Filosofia e Religione* ecc. Morì il 1854. L'idealismo di Fichte era restato soggettivo, quello di Schelling diventa oggettivo-soggettivo, *identità* di natura e spirito. La natura è un'unità vivente, bipolare; la natura è l'io in *fieri;* è la sintesi di tutte le forze, fisiche, magnetiche, organiche, coscienti. Se ha il sopravvento il polo oggettivo si ha quello che si dice *natura* vera e propria, se ha il sopravvento il polo soggetto si ha lo *spirito,* ma fondamentalmente costituiscono quell'identità originaria (Assoluto), che tutto ci può spiegare senza antecedenti di sorta (è così una specie di panteismo). La coscienza, lo spirito è la più alta manifestazione della natura, la quale è rappresentata quasi poeticamente: il processo di essa è una poesia inconscia che nell'uomo perviene alla coscienza. La natura, insomma, è la preistoria dello spirito e perciò lo contiene *ab initio,* e mediante la sua attività produttrice si rivela in mille forme diverse, finchè arriva allo spirito. Il sistema dello Schelling è una specie di evoluzionismo idealistico.

Ma quest'esigenza o aspirazione soggettiva in Fichte, e parte anche in Schelling, verso un ideale recisamente separato dalla realtà, viene superata da Hegel, terzo e più grande degl'idealisti tedeschi, il quale tolse un tal dissidio e fondò quel sistema di filosofia che si suol chiamare *reale-idealismo* o *idealismo assoluto.*

G. F. Hegel nacque il 1770 a Stuttgart e morì il 1831. Scrisse molte opere: la *Fenomenologia dello Spirito,* la *Logica,* l'*Enciclopedia delle scienze filosofiche in compendio,* la *Filosofia del Diritto,* la *Filosofia della reli-*

gione, ecc. Con Hegel abbiamo la forma più perfetta dell'idealismo tedesco; Hegel si riannoda a Schelling, come Schelling si riannoda a Fichte. Ma mentre il metodo di Schelling è l'*intuizione intellettuale*, e l'*Assoluto*, o natura, è sostanza quasi a modo spinoziano, il metodo di Hegel invece è il *dialettico*, ossia lo sviluppo dialettico della coscienza, e l'*assoluto* è la pienezza dello Spirito. Per il metodo, Hegel si riallaccia anche a Fichte: i momenti di esso metodo sono tre, che consistono nella *tesi, antitesi* e *sintesi*: positivo, negativo, conciliativo. L'Io di Hegel si svolge negandosi, cioè dalla prima affermazione indistinta di sè deve uscire da se stesso, ponendosi come suo contrario e cioè negandosi, ma per ritornare sopra di sè più compiuto; si verifica cioè una *mediazione* per la quale, sviluppandosi, questa realtà iniziale che si chiama l'*Assoluto*, diventa il suo opposto, ma per ritornare più cosciente e maturo sopra di sè: in ciò consiste la *sintesi degli opposti* (in altre parole: *essere, non-essere, divenire*).

Certo non è facile esporre in maniera semplice e accessibile ai giovani il sistema idealistico di nessuno di questi tre filosofi tedeschi, e meno ancora quello di Hegel, che è il più ricco e complesso di elementi. La natura, per Hegel, è derivata, come tutto, dallo Spirito, è cioè l'*estraniarsi* dello spirito stesso, è l'*Idea* che esce fuori di sè. Così la filosofia della natura comprende il regno della necessità esteriore e dell'accidentalità: la natura meccanica, quella fisica e quella organica sono particolari forme che l'Idea riveste nell'estraniarsi dallo Spirito: insomma è lo spirito cristallizzato sotto forma di idee astratte, ossia materializzate. Lo Spirito invece è l'Idea che acquista coscienza di sè, e piena libertà; e la vita dello spirito passa egualmente per tre momenti: soggettivo, oggettivo, assoluto.

Nel reale-idealismo, la realtà è essa stessa idea, quindi tutto è idea, in quanto natura e in quanto spirito, e perciò fu detto idealismo logico o addirittura *panlogismo*, che fa derivare forma e contenuto dalla sola ragione (ciò che è reale è *razionale*). Esso è il sistema più vasto che lo spirito moderno abbia concepito, ma per ciò stesso non è privo di difetti, sui quali non è nostro compito fermarci.

Come Kant ebbe avversari e seguaci, così Hegel ebbe continuatori ed oppositori. La sua stessa scuola, cioè i suoi stessi numerosi discepoli, si scissero ben presto, dando luogo alla così detta destra e sinistra hegeliana, e quest' ultima finì nell' individualismo o addirittura nel materialismo.

CAP. II.

La costituzione della scienza moderna.

1. — Alla filosofia tedesca dei grandi sistemi logico-metafisici, soprattutto idealistici, si oppone quella grande corrente del sec. XIX che porta il nome di *positivismo*. Ritorna ora una distinzione piuttosto kantiana, e perciò a fondo dualistico, tra la concezione di una *scienza della natura* distinta da quella dello *spirito*. Quest'antitesi fondamentale dette luogo a varie forme e correnti filosofiche del secolo passato, fra le quali a noi interessa soltanto ricordare quella francese, di cui fu capo Augusto Comte e che proprio con lui prese il nome di positivismo, diffondendosi poi in tutti gli altri paesi. Nato il 1798 a Montpellier, fu discepolo di Saint-Simon: studioso di problemi sociali e scientifici, scrisse parecchie opere, tra le quali citiamo il *Corso di filosofia positiva* e la *Politica positiva*. Morì il 1875. Egli odiava la metafisica, che secondo lui generava un'anarchia conoscitiva (colle sue *cose in sè* e le sue *essenze*, colle sue idee di causa, di fine ecc.) e sostenne che questo libero sbizzarrirsi del pensiero — nonchè della società — poteva trovare il suo antidoto e la sua salvezza soltanto nel dominio della scienza, la quale sta ai *fatti* che cadono sotto la nostra esperienza e al loro concatenamento: alla teologia e alla metafisica bisogna sostituire una *scienza positiva*. Ma i fatti sono più o meno generali o più o meno particolari, più o meno semplici o più o meno complessi: bisogna dunque stabilire fra

di essi una gerarchia, che diventa gerarchia delle stesse scienze che ne trattano. La più generale è la *matematica*, poi in linea decrescente l'*astronomia*, la *fisica*, la *chimica*, la *biologia*, e infine la *sociologia*, che è anche la più complessa e rappresenta il fine in cui tutte le altre sboccano. La filosofia non è dunque una scienza a parte: e filosofia non è altro che la sintesi di tutte le leggi e relazioni delle singole scienze particolari, ma sintesi o coronamento scientifico, positivo, e non astratto. Famosa è restata la sua legge dei così detti *tre stati*, in base alla quale la conoscenza umana deve attraversare e attraversa, secondo il Comte, prima un periodo *teologico*, poi quello *metafisico*, infine sbocca in quello *positivo*, che è l' ultimo.

Molti furono i seguaci del Comte, in tutti i paesi, e se presero altri nomi o variarono in parte il loro pensiero, tuttavia l'atteggiamento e il colorito positivistico restò in essi vivo e saldo. Così vediamo contemporaneamente fiorire un positivismo inglese, il quale, per quanto indigeno e confacente al temperamento anglo-sassone, risente prima o poi l' influsso del pensiero francese, come questo a sua volta aveva risentito l' influsso inglese. Il positivismo inglese, che in fondo si riallaccia ad Hume, conta molti importanti filosofi, fra i quali notiamo l' Hamilton, Giacomo Mill e il figlio Stuart Mill (autore della famosa *Logica* induttiva), Alessandro Bain, Giorgio Lewes ecc. Ma la più compiuta espressione della filosofia inglese di questo periodo è rappresentata da Herbert Spencer (1820-1903). Questi, che è l'autore di quella nuova corrente che si chiamò *evoluzionismo* (e di cui altra figura rappresentativa è il Darwin), sostiene che non solo ogni conoscenza — cioè le idee tutte — ci vien dall'esperienza, ma da questa derivano le stesse facoltà spirituali che producono le

idee; queste facoltà sono il prodotto di esperienze accumolate e trasmesse per mezzo dell'eredità. Sostituisce perciò alla legge dei tre *stati* del Comte la *legge dell'evoluzione*, secondo la quale dall'*omogeneo* si va all'*eterogeneo*; le forme principali dell'evoluzione sono tre: l'*inorganica*, l'*organica*, la *superorganica*. Quindi lo spirito ed il pensiero sono frutto di questa trasformazione, cioè sono la più alta efflorescenza. Infine, egli dice che tutta la conoscenza, ossia il nostro sapere, può esser distinto in sapere *non-unificato*, che rappresenta lo scalino più umile, cioè la conoscenza volgare, in sapere *parzialmente* unificato o *scienza*, e in sapere *completamente unificato* o *filosofia*. Ma egli finisce, contradicendosi — o meglio terminando nell'*agnosticismo* — coll'ammettere qualcosa di assolutamente *inconoscibile* oltre il campo della scienza e della filosofia, e dove può spaziare soltanto il sentimento religioso.

Evoluzionisti furono molti filosofi e naturalisti di questo periodo: primo fra gli altri il Lamark, che aveva formulato una teoria della discendenza e anche il principio di *eredità* e di *adattamento*, ai quali il Darwin aggiunse quello della *selezione naturale* (lotta per l'esistenza). Questa teoria della *selezione* fu dallo stesso Darwin estesa a tutti i campi (sociologia, psicologia, etica, storia ecc.) e fu, dai suoi seguaci, celebrata come l'unico metodo veramente scientifico.

In connessione o in conseguenza del positivismo si sviluppò, soprattutto in Germania, il così detto *materialismo*, secondo il quale esiste solo ciò che è materiale. Esso fu favorito dal progresso strettamente scientifico dei tempi nuovi, colle scoperte dei principî fisici, in primo luogo quello della *conservazione dell'energia*, per cui l'energia non si distrugge ma si trasforma, e queste sue varie forme stanno reciprocamente in deter-

minati rapporti quantitativi. Il materialismo fu anche la reazione più caratteristica all'idealismo tedesco. Parecchi fautori del materialismo furono valenti naturalisti, come il Vogt e il Moleschott. Un altro seguace di questa dottrina, e divulgatore di essa, fu il Büchner. Ma di questi e di altri di minore importanza, non solamente tedeschi, ma di tutti gli altri paesi, non è possibile occuparci in questo libro, per il compito ristretto che c'è imposto.

A) - *Astronomia.* — Dei grandi e complessi indirizzi filosofici del sec. XIX, quello che più si tenne vicino alla scienza sperimentale fu, come abbiamo visto, il positivismo. Anzi il suo slancio costruttivo è dovuto precisamente al materiale scientifico e alle scoperte avvenute in tutti i campi delle scienze naturali, dall'astronomia alla biologia.

Rifacendoci ora alquanto indietro, è necessario ritrovare le origini della scienza moderna, dopo che Galilei le ebbe segnata così fruttuosamente la strada. Colui che Inghilterra interpretò le nuove tendenze nel campo scientifico non fu Bacone ma Roberto Boyle, vero iniziatore di quel movimento d'idee che doveva toccare la più alta espressione con Isacco Newton (1).

Ma per essere ordinati bisogna cominciare dall'astronomia. Fra la pubblicazione di Galilei sulle *Due scienze nuove* (1638) e quella di Newton *Principia philosophiae* (1687), per quasi mezzo secolo, non s'erano avute altre scoperte astronomiche di grande importanza. Ma da un lato il perfezionamento del microscopio e dall'altro il notevole carattere delle tre leggi di Keplero, non potevano non stimolare gli astronomi a domandarsi il

(1) Pitoni R. *Storia della fisica*. Ed. cit. p. 158.

perchè di quelle leggi, tanto più che ora, dopo Galilei, e proprio per i suoi studi, si poteva vedere qualche nesso tra le cause che producono questi moti celesti e quelli degli ordinari corpi terrestri (1). Ampliate le os-

---

(1) È interessante, storicamente, conoscere come il Cartesio, primo fra i moderni, abbia tentato di spiegare meccanicamente la formazione dei mondi, facendo intervenire Dio solo a principio della creazione, quando fu necessario cioè creare una determinata quantità di materia, alla quale comunicò soltanto inizialmente una quantità fissa di movimento. Egli ideò la così detta ipotesi o *teoria dei vortici*, secondo la quale tutta la materia che occupa l' universo, per effetto degli impulsi primitivi, si è venuta costituendo in tre forme distinte: quella più grossolana e scabrosa, che conserva un movimento debole (pianeti e comete); quella che, meno scabrosa e più arrotondata nei suoi elementi, per effetto dell' attrito (elementi fluidi), possiede un moto più rapido, che tende a diventar circolare, a guisa dei vortici verificantisi nei corsi d'acqua; infine quella formata di elementi sottilissimi, molto più rapidi di tutti (il fuoco) e che, concentrati in mezzo ad ogni vortice, costituiscono il sole e le stelle. Il movimento circolare è come il fine al quale tendono tutti i moti originari impressi inizialmente alla materia: ecco perchè i vortici formatisi intorno al sole e alle stelle si mostrano regolari e stabili. Così la materia è trascinata in giro intorno al primo nucleo, formando il vortice più grande (quale il sistema solare), ma attorno ai centri di questa materia in movimento si formano vortici minori (come i satelliti attorno ai pianeti).

Questa teoria, prima criticata dal Newton e poi da altri, ebbe i suoi seguaci e ammiratori, ma non regge per le molte difficoltà cui va incontro (cfr. Aliotta A. *Le nuove teorie cosmogoniche,* in « La cultura filosofica ». Anno VI. 1912. Fasc. III, p. 221 e segg.).

Anche Kant, nel suo libro « *Storia naturale e teoria del*

servazioni sistematiche sulle comete per opera di Hevel, scrutati meglio i pianeti nelle loro varie caratteristiche, moti e macchie; studiati più esattamente gli anelli di Saturno dall' Huygens, che inventò l'*orologio a pendolo;*

---

cielo (1755) » e in altra sua memoria del 1763, cerca di spiegare il sistema planetario fondandosi su cause puramente meccaniche, precorrendo la geniale intuizione del Laplace. Kant, esclude l'intervento divino iniziale ammesso da Cartesio, e, basandosi sulle stesse forze di resistenza e di attrazione stabilite dal Newton, suppone che « lo spazio interplanetario, attualmente vuoto, sia stato in origine pieno di materiali capaci di assumere un movimento e una direzione comune e nello stesso tempo di formare i pianeti e il sole con la loro mutua attrazione. Ammise che in origine la materia del sole e dei pianeti fosse diffusa in tutto questo spazio e che in qualche luogo, e propriamente là dove si è formato il sole, vi fosse una leggera preponderanza di densità e perciò d'attrazione. Perciò i materiali più pesanti dovrebbero affluire verso questa regione centrale, penetrando attraverso il caos dei materiali più leggieri. Ma dalle loro deviazioni per le ineguali resistenze dei corpi o elementi, e per la legge delle reazioni mutue dei corpi, furon condotti a dei movimenti circolari nello stesso senso e nella stessa regione. Così il sole stesso e tutti gli altri pianeti (che si generarono) continuarono a muoversi intorno a se stessi, e, per effetto dell'attrazione, le masse planetarie furono anche trascinate in giro intorno al sole; e tutto ciò che era accaduto in grande intorno al sole, si riprodusse in piccolo intorno ai pianeti con i satelliti (Aliotta A. *Art. cit.* in « La cultura filosofica ». Fasc. III, p. 224 e segg.) ». L'ipotesi kantiana anch'essa va incontro a molte difficoltà, fra cui una grave, e cioè: perchè i movimenti dei pianeti hanno preso tutti la stessa direzione?

Il Laplace, poi, nel suo libro « *Exposition du système du monde* », non accetta l'ipotesi kantiana, secondo cui non è

scoperta anche la velocità della luce, veniva in questa maniera agevolato il campo per colui che poi doveva raccogliere i frutti più maturi, cioè Newton.

Nato il 1643 (morto il 1727) fin da piccino fece sor-

---

ammessa una rotazione originaria della nebulosa, mentre egli crede debba esservi una causa primitiva *unica* che ha diretto i movimenti dei pianeti. Perciò suppone « fin dall'origine, un movimento di rotazione uniforme nell'atmosfera solare primitiva, estesa per l'eccessivo calore al di là delle orbite di tutti i pianeti, e che per il suo stato di grandissima diffusione doveva somigliare ad una nebulosa. Una tale atmosfera non può estendesi indefinitamente, ma deve avere un limite, che è il punto in cui la forza centrifuga, dovuta al suo movimento di rotazione, equilibra la pesantezza. L'atmosfera, raffreddandosi, si restringe; si condensano alla superficie del sole le molecole più vicine; il movimento di rotazione si accelera e si accresce la forza centrifuga; in base a ciò le molecole abbandonate hanno proseguito la loro circolazione; le zone di vapore successivamente abbandonate hanno dovuto formare (per condensazione e mutua attrazione) diversi anelli concentrici di vapori giranti intorno al sole. Ogni anello di vapori ha dovuto rompersi in molti, che movendosi con velocità poco diversa hanno continuato a girare alla stessa distanza intorno al sole. Queste masse han preso una forma sferoidale con un movimento di rotazione diretto nel senso della loro rivoluzione, formando altrettanti pianeti allo stato di vapori. Ma se una di esse è stata abbastanza potente da riunire successivamente con la sua attrazione tutte le altre intorno al suo centro, l'anello di vapori sarà stato, così, trasformato in una sola massa sferoidale di vapori, girante intorno al sole con una rotazione diretta nel senso della sua rivoluzione. Quest'ultimo caso è stato il più comune (ALIOTTA A. *Art. cit.* l. c.) ». Questa ipotesi del Laplace, detta della *nebulosa*, urta anch'essa in difficoltà, per la qual cosa resta, come ogni altra, un tentativo storico di spiegazione cosmogonica.

prendenti progressi nelle matematiche. La storia della sua vita è la storia delle sue continue scoperte. Il suo lavoro scientifico si riassume in tre direzioni principali: astronomia (la dinamica inclusa), ottica e matematiche pure. Egli spese altresì una buona parte del tempo in lavori sperimentali di chimica e in altri rami della fisica. Nel 1668 egli scoprì un *telescopio riflettore*, cioè concentratore dei raggi raccolti; quindi scoprì, per mezzo del prisma, la scomposizione della luce bianca, che costituisce, in un certo senso, la base del metodo dell'analisi spettrale, alla quale son dovute tante ulteriori scoperte astronomiche. Ma le grandi idee di Newton, le quali rimontano a quando era ancor giovanissimo, sono: la gravitazione, la teoria dei colori e il metodo delle flussioni. Lasciando da parte per ora le sue scoperte fisiche e matematiche, accenneremo a quelle astronomiche. Il cardine di esse fu l'aver trovato la legge della gravitazione universale; essa si enuncia così: « due parti qualunque di materia si attraggono con una forza che è direttamente proporzionale alle loro masse e inversamente al quadrato della loro distanza ». La scoperta esatta di questa legge fu dovuta però a una lunga meditazione sulle proprie idee, in dipendenza delle leggi planetarie date da Keplero. Qualunque sia l'opinione sulla leggendaria storia della mela, certo essa ci mostra la linea di sviluppo del pensiero newtoniano a questo riguardo, e cioè « l'estensione ai corpi celesti dell'attrazione che noi vediamo essere esercitata dalla terra sui corpi pesanti lasciati liberi, a qualunque distanza dal suolo essi siano situati; e, man mano, armato poi della sua legge, il sommo inglese riuscì a chiarire i moti dei pianeti e della luna non solo, ma molti fenomeni presentati dalla terra, la precessione degli equinozi, le maree, la forma della terra schiacciata ai

poli ecc. (1) ». Questa teoria poi fu ritenuta, per alcuni anni successivi, falsa dallo stesso Newton, che non aveva potuto conoscere — non essendo stato misurato esattamente — il raggio della terra, necessario per verificare la sua teoria. Ma dopo che nel 1682 il francese Picard, ebbe pubblicato il risultato ottenuto circa l'esatta misurazione del raggio terrestre, il Newton, conosciutane la lunghezza, riprese in esame la sua teoria, e verificandola con i calcoli, la trovò vera ed esatta. Tutta la dimostrazione di essa e le applicazioni ai fenomeni celesti furono dal Newton raccolte nel citato libro « *Principi matematici di filosofia naturale* (o *Principia Philosophiae*). Quest' opera rappresenta una delle più grandiose conquiste del pensiero umano, ed è il titolo maggiore di gloria per il suo Autore.

Degli altri astronomi fino ai giorni nostri ci conteneremo, per economia di spazio, di citare soltanto i principali, senza fermarci su di essi. Guglielmo Herschel (1738-1822), d'origine tedesca, ma stabilitosi in Inghilterra, fu colui che nel 1781 scoprì il pianeta *Urano* e poi due satelliti di esso, dopo aver costruito egli stesso telescopi a riflessione, nonchè un gigantesco cannocchiale. Di Urano, poi, il Laplace pubblicò (1783) i dati e gli elementi, che servirono a determinare l'orbita intorno al sole. La scoperta di *Nettuno*, preparata da parecchi astronomi, e soprattutto già annunziata dall'inglese Adams, fu poi definitivamente accertata dal francese Giuseppe Le Verrier il 1846 (anche di Nettuno poi il Lassel scoprì subito, lo stesso anno, un satellite, con movimento retrogrado, come quelli di Urano).

Molti sono infine gli altri astronomi più o meno fa-

---

(1) Zanotti-Bianco O. *Storia popolare dell'astronomia*. Ed. cit. pp. 64-65.

mosi e scopritori di altri astri o di fenomeni celesti: il Cassini, francese, William Ball, inglese, non che gl'italiani Giuseppe Piazzi (1748-1824), Giovanni Schiaparelli (1835-1910) ed altri ancora di tutti i paesi europei.

B) - *Matematica.* — L'invenzione della stampa, che aveva permesso la rapida diffusione di ogni branca dello scibile, non poteva non influire sullo sviluppo della matematica. Nel periodo del Rinascimento, l'attenzione dei matematici si concentrò principalmente sull'algebra sincopata e sulla trigonometria. Regiomontano, Purbach, Luca Pacioli, Leonardo da Vinci, Copernico, Niccolò Tartaglia, Cardano, Maurolico, Pietro Ramo e molti altri sono quelli che più eccellono nel campo di questi studi. In questo periodo anzi si cominciò a svolgere, per opera del Vieta, del Girard, del Briggs, dell'Harriot, del Cartesio ecc., l'algebra simbolica, perchè si introdusse l'uso delle lettere (per le quantità note e per quelle ignote), la notazione per le potenze delle quantità (l'uso degli esponenti), l'uso dei logaritmi e molti segni che oggi adoperiamo. Col progredire quindi delle scienze sperimentali progrediscono di pari passo anche le matematiche: Stevino, Bacone, Galilei, Tycho Brahe, Keplero, chi più e chi meno, si sono largamente serviti di questa scienza indispensabile per la fisica e per l'astronomia, ampliando e perfezionando i calcoli e le ricerche matematiche.

Così, possiamo dire che « al cominciare del secolo XVII, i principî fondamentali dell'aritmetica, dell'algebra, della teoria delle equazioni e della trigonometria erano stabiliti, ed erano stati tracciati i contorni di quegli argomenti come adesso li conosciamo. Per mancanza però di buoni libri di testo elementari queste discipline erano riservate ancora a pochi; e sebbene gran parte della moderna notazione algebrica e trigonometrica fosse

stata adottata, soltanto alla fine del sec. XVII essa fu familiare a tutti, e soltanto allora il linguaggio di queste scienze fu definitivamente fissato » (1).

L'inizio della matematica moderna si può dire cominci veramente coll'invenzione ed uso della geometria analitica e del calcolo infinitesimale: la prima fu impiegata da Cartesio, il secondo fu inventato, trenta o quaranta anni dopo, dal Newton. Da allora in poi il progresso della matematica è immenso: con Cartesio, Pascal, Fermat, Huygens e molti altri lo sviluppo di questa scienza prepara e viene incontro al genio di Newton, il quale in pochi anni perfezionò quei metodi e quei procedimenti più o meno elementari che i suoi predecessori avevano iniziato. Cartesio, per non parlare degli altri, aveva scritto un'opera intitolata « *La géométrie* », in 3 libri; questa fu, fra le altre, una delle prime opere che Newton studiò da solo; ma egli, ingegno matematico per eccellenza, si occupò di questa scienza oltre che nella sua *Ottica*, con relative appendici matematiche, anche nel *Methodus differentialis*, nell'*Aritmetica universale*, che tratta dell'algebra, della teoria delle equazioni e di svariati problemi (2), nel *Philosophiae Naturalis Principia Matematica*, pubblicato nel 1687, nell'*Analysis per Series, Fluctiones* ecc., nella *Geometria analitica*, pubblicata nel 1779.

In venti anni, Newton produsse tanto quanto gli altri avrebbero fatto in un secolo e più di studio e di tempo. Se nella geometria pura non stabilì nessun metodo nuovo,

---

(1) Ball Rouse W. W. *Breve compendio di storia delle matimatiche.* Trad. it. di Gambioli e Puliti. Bologna, Zanichelli. 1903. Vol. I, p. 271.

(2) In essa vi è il frutto di un decennio di lezioni (1673-1683) tenute dall'Autore.

nell'algebra e nella teoria delle equazioni introdusse il sistema degli indici letterali, stabilì il teorema del binomio e creò una parte importante della teoria delle equazioni. « Nella geometria analitica delle curve stabilì molte proprietà fondamentali degli asintoti, dei punti multipli e dei circuiti isolati ecc. Inventò, come si è accennato, il calcolo flussionale o infinitesimale; fu il primo a stabilire la dinamica sopra un fondamento soddisfacente, e dalla dinamica dedusse la teoria della statica; creò la teoria dell'idrodinamica e molto aggiunse a quella dell'idrostatica; nell'ottica geometrica spiegò, tra le altre cose, la decomposizione della luce e la teoria dell'arco baleno ecc. ecc. » (1). Concludiamo che un genio matematico come Newton forse non esisterà più sulla terra.

Un altro grande ingegno matematico però fu il Leibnitz, il quale se fu conosciuto nel campo della filosofia non lo fu meno in quello della matematica: infatti ancora non è spenta la disputa se l'onore e il merito dell'invenzione del calcolo differenziale spetti a lui o al Newton; ma se gli studi antecedenti di quest'ultimo giovarono al Leibnitz certo è che proprio lui, oltre a svilupparlo, ne dette una notazione diversa, molto più adatta che non quella del Newton. Fra i più importanti scritti del Leibnitz (pubblicati tutti negli *Acta Eruditorum*) citiamo quello sul *Calcolo differenziale*, quello sui *Principî del nuovo calcolo*, quello sulle *Curve osculatrici*, quello sulla *Teoria degli inviluppi*, ecc. Il Leibnitz dimostra una grande abilità nell'analisi, i cui metodi o suggerimenti di metodi sono ancor oggi molto pregevoli; tuttavia non mancano nelle sue opere errori di principio, nè d'altra parte a noi è possibile entrare in maggiori particolari.

---

(1) Ball Rouse W. W. *Op. cit.*, Vol. II, pp. 95-96.

Amici e ammiratori di Leibnitz sono due matematici suoi contemporanei: Giacomo e Giovanni Bernouilli, i quali applicarono e perfezionarono i calcoli matematici del Leibnitz. In questo periodo notiamo anche il Nicole, l'Hospital, il Clairant, il D'Alambert (francesi); il Riccati, il Fagnano, il Manfredi e il Grandi (italiani); l'Halley, il Ditton, il Taylor, il Cotes, il Maclaurin (inglesi) ecc.

Nel continente, sotto l'influenza di Giovanni Bernouilli, il calcolo divenne uno strumento di grande potenza analitica, espresso in una notazione ammirabile: Eulero, Lagrange, Laplace e Legendre sono i principali matematici del nuovo secolo (XVIII). Eulero (1707-1783) creò una buona parte dell'analisi e rivide quasi tutti i rami della matematica pura, noti fin allora, arricchendoli di particolari, aggiungendo dimostrazioni e ordinando il tutto in una forma razionale. Scrisse intorno ad ogni ramo della matematica: nel 1748 pubblicò la sua *Introductio in Analysin infinitorum* (in 2 parti), come introduzione all'analisi matematica pura; nel 1755 pubblicò l'*Institutiones Calculi differentialis;* dal 1768 al 1770 le *Institutiones Calculi integralis,* in 3 volumi; nel 1770 l'*Avviamento all'algebra* ecc. (1). In conclusione Eulero generalizzò, aumentò e completò l'opera dei suoi predecessori.

Lagrange Giuseppe L. (nato a Torino il 1736, morto a Parigi il 1813) fu uno dei più grandi matematici del sec. XVIII. Egli, con una abilità quasi insuperabile, svolse il calcolo infinitesimale e la meccanica razionale, presentandole sotto la forma che ora conosciamo. Ancor

(1) Ricordiamo che fu anche astronomo, e pubblicò delle opere sull'astronomia: la *Theoria Motuum planetarum et cometarum;* la *Theoria motus lunaris,* ecc.

giovane d'anni (nel risolvere il problema degl'isoperimetri, che per più di mezzo secolo era stato oggetto di studio), enunciò i principî del calcolo delle variazioni. Poi scrisse molte memorie, in 5 volumi, note sotto il nome di *Miscellanea Taurinensia,* occupandosi in esse di molte questioni e problemi. Nella dimora che fece presso il re di Prussia (ove restò circa venti anni), scrisse, oltre molte memorie, la più importante delle sue opere: la *Mécanique analytique.* Altre *Memorie,* pubblicate dall'Accademia di Berlino, trattano soggetti relativi a questioni di *algebra,* alla *teoria dei numeri,* alla *geometria analitica,* nonchè ad argomenti astronomici. Dopo la morte di Federigo di Prussia, Lagrange si stabilì per alquanto tempo a Parigi, invitato da Luigi XVI, e finalmente ritornò a Torino ove il 1797 fu nominato professore nella Scuola Politecnica. Le sue lezioni sul calcolo differenziale formano la base della sua *Teoria delle funzioni analitiche,* pubblicata nel 1797; frutto delle lezioni fu anche l'altra opera di lui, pubblicata nel 1798, e cioè: « *Risoluzione di equazioni numeriche* ». Concludendo, egli fu cultore delle matematiche pure; ricercò ed ottenne resultati astratti ed assai estesi, lasciando agli altri di farne le applicazioni. Infatti non piccola parte delle scoperte del suo grande contemporaneo Laplace è un'applicazione delle formule di Lagrange ai fatti naturali (1).

Laplace Pietro S. (francese, 1749-1827) fece molte aggiunte al calcolo infinitesimale, applicandolo alla gravitazione, e creò il calcolo delle probabilità. I suoi lavori matematici s'intrecciano perciò con quelli astronomici: oltre le molte memorie che scrisse, notiamo: l'*Exposition du système du monde; La Mécanique céleste* (che è una traduzione dei *Principia* del Newton nel linguaggio del

(1) Ball Rouse W. W. *Op. cit.,* pp. 160, 161, 162, passim.

calcolo differenziale e un ampliamento e completamento delle parti non condotte ai loro particolari); la *Théorie analytique des probabilités* (1812), in cui dà prova di saper usare a meraviglia i metodi analitici. Grande fu quindi l'operosità del Laplace; ma pare che egli considerasse l'analisi semplicemente come mezzo per trattare i problemi di fisica: perciò non si curò dell'eleganza e della simmetria dei suoi procedimenti e badò piuttosto a risolvere le questioni che si proponeva, senza curarsi del rimanente. Peccato che la sua ambizione politica nuocesse al suo lavoro e alla sua fama scientifica!

Legendre Adriano (francese, 1752-1833) fu anche lui matematico di gran valore, e, per quanto non fosse del tutto originale, egli vien subito dopo Lagrange e Laplace. Le opere principali di lui sono: la *Géométrie*, la *Théorie des nombres*, gli *Exercices du calcul intégral*, le *Fonctions élliptiques*. Scrisse anche delle memorie sull'*attrazione*, sulla *geodesia* ecc. Non potendo fermarci su tutta la vasta opera di lui, diciamo soltanto che egli fondò la teoria degl'integrali ellittici ed arricchì la teoria dei numeri.

Di altri autori minori, che sono seguaci della scuola francese di matematica iniziata da questi grandi predecessori, non possiamo parlare, per quanto siano importanti: perciò citiamo soltanto il Poisson, il Fourier (i quali incominciarono ad applicare l'analisi matematica alla fisica); il Monge, il Carnot e il Poncelet, i quali crearono la geometria moderna (1). Nè vanno dimenticati, nell'ultimo scorcio del sec. XVIII, i matematici Woodhouse, Waring e Herschel (inglesi); Condorcet,

---

(1) A questi potrebbero essere aggiunti i fisici-matematici che ritroveremo in seguito, il Cavendish, l'Young, il Dalton, l'Ampère, l'Arago ecc.

Delambre e Montucla (francesi); Piazzi ed Oriani (italiani) ecc.

Il secolo XIX, poi, ha visto nascere nuovi ed importanti rami della matematica pura, quali la teoria dei numeri o aritmetica superiore, la teoria delle forme e quella dei gruppi, la trigonometria superiore, la teoria generale delle funzioni, che amplifica l'analisi superiore. Sono inoltre sorti nuovi metodi della geometria analitica e sintetica, e, infine, l'applicazione della matematica ai problemi di fisica ha radicalmente cambiati i fondamenti e l'indirizzo di questa scienza (1).

Si potrebbe quindi dire che col sec. XIX comincia un periodo nuovo per la matematica (in cui è da comprendere anche la dinamica e l'astronomia teorica): così il Gauss (tedesco), l'Abel (norvegese), l'Jacobi, il Riemann, il Cauchy, l'Hamilton, il Lie, il Galois, il Clifford. il Leverrier, l'Adams, il Bertrand, il Secchi, lo Schiaparelli e numerosissimi altri stranieri e italiani si sono occupati di uno o più rami delle matematiche su dette (compresa l'algebra superiore, la geometria non euclidea, la meccanica analitica, la dinamica teorica, la statica grafica, la statica teorica, la fisica matematica ecc.).

La schiera dei matematici italiani del secolo XIX è molto numerosa e ci dispiace che, per mancanza di spazio, dobbiamo interamente trascurare l'opera di sì benemeriti cultori delle scienze esatte, i quali hanno onorato la nostra patria (2).

---

(1) Ball Rouse W. W. *Op. cit.*, Vol. II, p. 203.

(2) Citiamo a caso qualcuno fra i geometri: il Mascheroni, il Fregola, il Flauti, il Giorgini, il Chelini, l'Armenante, il Caporali, il Cremona ecc.; fra gli analisti: il Paoli, il Ruffini, il Massotti, il Mainardi, il Turazza, il Padula, il Genocchi, il Betti, il Beltrami, l'Ascoli ecc.

Concludendo, la matematica, come abbiamo visto, ha esteso il suo dominio a tutti gli altri campi delle scienze, dimostrando così che il lavoro della pura intelligenza può non solo ordinare e misurare i fenomeni fisici, ma estendere enormemente l'ampiezza delle conoscenze, armonizzando e applicando a tutte le scienze naturali le formule e i rapporti che solo lo spirito umano sa e può creare. Come abbiamo visto in astronomia, vedremo anche negli altri campi dello scibile umano quanta importanza e quanta estensione ha avuto oggi questa, che fra le scienze in genere, è la più astratta, mentre è pure la più esatta, perchè più diretta figlia dell'originalità del nostro pensiero creatore.

C) - *Fisica.* — La fisica moderna comincia, su per giù, quando comincia la filosofia moderna. Quindi al Galilei bisogna aggiungere, nello stesso periodo di tempo, anche il Cartesio, il quale ha il merito di aver tentato, per primo, una teoria della luce, nello scritto intitolato « *Diottrica* » (1). Ma il metodo aprioristico impedì al Cartesio di giungere a risultati positivi (egli infatti non ammette necessario l'esperimento). Superiore invece al Descartes, come sperimentatore, fu Grimaldi Francesco Maria, bolognese (1618-1663), il quale scrisse una importante opera — faticosa per altro a leggersi — dal titolo « *Physico Mathesis de lumine, coloribus et iride* », in

---

(1) Il Cartesio suppone che i corpi luminosi proiettino tutt'all'intorno un gran numero di particelle *non elastiche*, velocissime e separate le une dalle altre. Esse all'incontro di un corpo opaco rimbalzano alla sua superficie, seguendo le comuni leggi dell'urto, che sono quelle stesse della riflessione della luce (cfr. R. PITONI *Op. cit.* p. 150 e segg.).

cui migliora la teoria della luce, scopre le ragioni della *diffrazione* ecc.

Più importante di tutti, in questo scorcio di tempo, è l'inglese Roberto Boyle (1626-1691) che troveremo anche fra gli studiosi di chimica. « È sua l'esperienza del *crepavescica* e il *baroscopio,* che anche oggi s'adopera a misurare rapidamente la densità dei gas industriali (gas illuminante, ammoniaca ecc.). Per vuotare l'aria, poi, inventò un apparecchio, che fu il primo modello della macchina *pneumatica* (altri credono che la priorità dell'invenzione spetti a Giacomo Scott). Eseguì molte esperienze nel *vuoto;* altre ne fece relative al *calore;* studiò la compressibilità dell'aria ecc. Nonostante questo meraviglioso spirito d'indagine nelle cose naturali, il Boyle credeva alle storie demoniache ed alle cure di fattucchiere » (1).

Importante, in un certo senso, è anche il Mariotte († 1684) che pubblicò il 1676 — nel suo « *Essai sur l'air* » — le sue esperienze identiche a quelle del Boyle, tentando il calcolo delle altezze mediante il barometro.

Ma chi sviluppò e completò i concetti galileiani, in fatto di fisica, fu Cristiano Huygens (nato all'Aia il 1629 e morto il 1695), che per primo ci dette una *teoria* esatta del pendolo composto (anche se non fosse stato il primo ad avere l'idea di accoppiare il pendolo agli orologi) nel suo *Horologium oscillatorium;* scrisse poi un'opera relativa all'*urto:* « *De motu corporum ex percussione,* formulando anche le leggi dell'urto centrale dei corpi celesti. Importanti sono i suoi studi sulla luce, esposti nel suo *Traité de la lumière* (1690), ove, fra le altre cose, dimostra le leggi della riflessione e della rifrazione.

---

(1) Pitoni R. *Op. cit.* pp. 159-160-161.

Ma quest'opera dell'Huygens fu relegata subito nell'oscurità, perchè era già stata pubblicata in parte l'*Ottica* di Newton (1675), la cui grande autorità fece dimenticare i lavori, pure importanti, degli altri fisici. Il Newton è l'uomo che riempì del suo nome la fine e il principio di quei due secoli. Nel 1670 questi inventò e costruì il *telescopio a specchio*. Studiò poi, come abbiamo già visto, il fenomeno dell'*attrazione* terrestre (anticamente spiegato come *simpatia*) e lo estese, infine, a principio universale. Il suo contributo alla meccanica teorica è di aver completato ed esteso i concetti di *forza* e di *massa*; di aver enunciato la terza legge della meccanica (1); di aver infine riunito in un sistema logico, e fatto dipendere da pochi concetti, e da tre soli postulati, tutte le cognizioni di meccanica fin allora acquisite, allargandole però meravigliosamente.

Tuttavia per Newton la *forza* appartiene, o meglio è inerente, alla *materia*, così che il Leibnitz potè dire che, in fondo, sotto il nome di forze, come erano intese dal Newton, si nascondevano le qualità *occulte* della scolastica. Nella opera « *Principia* », ci espone i resultati delle sue ricerche sulla resistenza dei fluidi e sulla velocità del moto, nonchè l'esperienza detta appunto *tubo del Newton*, e molte altre di non minore importanza. Ma l'opera più interessante, dal punto di vista della fisica, è la sua *Ottica*, completata veramente il 1704, la quale regnò incontrastata nelle scuole per oltre un secolo (2).

Circa la composizione dei colori, tutti conoscono le

---

(1) E cioè: l'azione di un corpo su di un altro è uguale all'azione (o reazione) che quest'ultimo esercita sul primo, ma le due forze agiscono in direzione contraria.

(2) Cfr. Pitoni R. *Op. cit.* 185-186 e segg.

esperienze di Newton per mezzo del prisma, e il così detto *disco* del Newton; ed infine tutti sanno anche la teoria che egli formulò intorno alla luce, detta a nche del *bombardamento*, cioè a dire che la luce derivasse da piccolissime particelle di materia luminosa, le quali verrebbero a colpire i sensi e gli oggetti, spiegando così la riflessione come una repulsione della superficie speculare. Ma questo moto di attrazione o di repulsione dei corpuscoli luminosi avrebbe prodotto, secondo Newton, un particolare moto di vibrazione. All'infuori dell'Ottica egli si occupò anche di qualche esperienza riguardante l'elettricità e la termologia, ma noi non possiamo fermarci su ciò, per le solite ragioni di brevità e per la non molta importanza che esse hanno.

Tralasciando i nomi di altri fisici di questo periodo (come p. es. quello di Hooke, di Hawksbee, di Halley ecc.), giungiamo agli studi sul calore fatti da Daniele Fahrenheit (danese, 1690-1740), costruttore del noto termometro, dal Black, dal Richmann, dal Crawford e finalmente dal Lavoisier, il quale fra i tanti risultati, giunse a stabilire che gli « animali sono dei veri corpi combustibili, che bruciano e si consumano ». Il Laplace, nonchè il Lavoisier stesso, intraprese poi lo studio sulle capacità termiche dei gas, ed entrambi questi autori si occuparono della dilatazione dei metalli.

In questo periodo si fecero altri studi sulla velocità del suono, che Newton aveva detto propagarsi nell'aria con velocità costante sotto qualunque temperatura, in qualunque direzione e con qualunque mezzo sonoro; così giunsero ad altre conclusioni ed analizzarono meglio le corde vibranti. Daniele Bernouilli, Leonardo Eulero, l'italiano Lagrange ecc. si occuparono di questi problemi di acustica, sui quali pur troppo non possiamo fermarci.

Ma la fisica moderna vanta anche uno dei rami più importanti di ricerche e di scoperte: cioè il ramo dell'elettricità. Dopo il Gilbert e il Boyle le ricerche diventarono sistematiche e progressive: s'intensificarono le esperienze sui corpi conduttori e isolanti, si costruirono le prime macchine generatrici di elettricità (1), prima a cilindro poi col disco di vetro (1766-177). Furono quindi studiati gli effetti meccanici, luminosi e termici dell'elettricità: al Du Fay (1698-1793), che fu uno dei primi studiosi dei fenomeni elettrici, aggiungasi il Gordon, inventore fra l'altro dello scampanìo elettrico, il Gray, che elettrizzò l'acqua, il Musschenbroek, il Kleist, il Cunaeus ed il Winckler, i quali ampliarono con altre esperienze questi studi. Per opera del Cunaeus nacque l'esperienza della così detta *bottiglia di Leida*, e per opera del Winckler la prima *batteria* collegata in superficie. Ma perchè la *bottiglia* avesse la sua forma attuale gli studi dei fisici furono numerosi e continui, ed è impossibile potervi tener dietro. Quindi giungiamo a Beniamino Franklin, che nel 1747 manifestò, coll'esperienza di due armature cariche di elettricità opposta, la prima idea del condensatore (senza però intendere il fenomeno d'induzione), e colla sua batteria, come il Franklin la chiamava, riprodusse in piccolo tutti i fenomeni della folgore, stabilendo quindi l'esatta analogia tra la scintilla elettrica ed il fulmine (inventando quindi il parafulmine).

Colui che introdusse in Piemonte i parafulmini e cercò di perfezionarli, fu l'italiano G. B. Beccaria (1716-1781), che oltre a molte esperienze scrisse anche un libro sull'elettricità; ma più famoso di lui è Ales-

---

(1) Gli autori e perfezionatori sono molti: Hawksbee, Bose, Winkler, Wilson, Canton ecc.

sandro Volta, di cui tutti conoscono l'ormai notissima *pila,* che ebbe molta fortuna ed applicazioni. Ma chi scoprì la legge sulle attrazioni elettriche fu Carlo Agostino Coulomb (1736-1806), detta appunto legge del Coulomb, la quale è identica, come enunciato, a quella sull'attrazione universale (1). Ma a lui son dovute molte altre esperienze, le quali pur troppo restarono ignote per essere rimasti inediti, fino al 1879, i suoi manoscritti.

Ma la fine del sec. XVIII e i primi del XIX videro i progressi maggiori in fatto di elettricità, in primo luogo per mezzo di due ingegni italiani: il Volta e il Galvani. Il primo (1745-1821), oltre che per l'elettroforo e quindi la pila, è noto per la pistola ad aria infiammabile, per l'eudiometro, per l'elettroscopio a condensatore ecc (2).

Il Galvani, contemporaneo del Volta, scoprì colla nota esperienza della rana, l'elettricità animale, per la quale fu in lunga polemica col Volta.

Ma i progressi maggiori in questo ramo della fisica sono dovuti alla scoperta dell'elettro-magnetismo: il nome dell'Oersted, dell'Arago, dell'Ampère si diffusero per tutto il mondo scientifico (siamo agli inizi del secolo XIX); soprattutto l'Ampère riuscì a costituire un

---

(1) Ecco la legge del Coulomb: « l'attrazione (o la repulsione) fra due cariche elettriche, possedute da due sfere conduttrici, è direttamente proporzionale al prodotto delle cariche, inversamente proporzionale al quadrato della distanza fra i centri delle due sfere ».

(2) Fu un costante studioso e sperimentatore, e fino all'età di settanta anni lavorò sempre; età in cui scrisse una Memoria per negare l'origine elettrica dei bolidi, mentre prima aveva cercato di dare una teoria elettrica della grandine, su cui poi gli altri fondarono i così detti sistemi di *paragrandine.*

vero corpo di dottrina nel campo dell'elettrodinamica (1). Ad essi bisogna aggiungere innumerevoli altri cultori, fra cui notíamo il Faraday, il Weber, lo Schweigger, l'Helmholtz, l'Ewig, il Morse (americano) ideatore del telegrafo elettrico, il Wheatstone, primo inventore dei cavi sottomarini. Da questo tempo in poi le scoperte e le applicazioni si contano a centinaia, ed è impossibile per noi il tenervi dietro.

Tornando alquanto indietro, non dobbiamo dimenticare di citare, in un altro ramo della fisica, il nome di Dionigi Papin (sec. XVII) cui si attribuisce l'invenzione del battello a vapore; di Giacomo Watt (1736-1819) inventore della locomotiva — o macchina — a vapore; di Roberto Fulton (1765-1815) inventore delle torpedini sottomarine ecc.; come anche, nel campo dell'areonautica, il nome dei fratelli Mongolfier, di Tiberio Cavallo, del lucchese Vincenzo Lunardi, e poi del Gay Lussac e di altri.

Ma il campo della fisica in cui le scoperte e, meglio, le teorie si trasformarono radicalmente è l'Ottica. Il medico e fisico Young (1773-1829), fu uno dei primi, se non il primo, che più autorevolmente si schierò contro la teoria newtoniana dell'emissione della luce e in favore di quella delle ondulazioni; altri studiosi e sperimentatori di fenomeni ottici furono il Malus, l'Arago, il Biot e altri, i quali si schierarono in favore della

---

(1) Il Maxwell giudicò l'opera dell'Ampère: « una delle più meravigliose produzioni scientifiche. Teoria ed esperienza sembrano balzate fuori dal cervello del *Newton dell'elettricità*, completamente adulte ed armate. Perfetta nella forma, inattaccabile nell'accuratezza, l'opera si riassume in una formula, da cui tutti i fenomeni sono dedotti, e che deve sempre rimanere la legge fondamentale dell'elettrodinamica » (cfr. PITONI, *Op. cit.* pp. 272-273).

teoria delle ondulazioni — alla quale già inclinavano — non appena Agostino Fresnel (1788-1827) ebbe esposta la propria teoria ondulatoria della luce, alla quale era pervenuto attraverso studi ed esperienze instancabili. Egli, dopo gli studi sulla diffrazione, sull'interferenza luminosa, sull'esperienza dei due specchi, ecc., considerò le onde luminose alla stregua di quelle sonore, salvo la durata e la velocità diversa, spiegando bene con questa teoria tutti i fenomeni luminosi. Ma questo primo abbozzo della teoria fu poi corretto dallo stesso autore, che fu condotto a concepire la teoria delle vibrazioni trasversali dell'etere. Nel 1822, il Laplace confermò il grande valore delle ricerche del Fresnel; ma la prova decisiva fu raggiunta solo dopo parecchi altri anni, e cioè nel 1850, per opera, oltre che del Fresnel, anche dell'Arago, del Foucauld e del Fizeau, i quali finalmente dettero il colpo di grazia alla teoria dell'emissione. Ad essi si devono anche le esperienze sul fenomeno dell'aberrazione della luce (ideato dal Fresnel), sulla velocità dei raggi luminosi ecc.

Nello stesso secolo XIX, al principio, il Rumford iniziò gli studi sul calorico raggiante; lo Scheele scoprì la varia azione chimica dei raggi spettrali, cui dopo si aggiunse la scoperta delle radiazioni ultra-violette; il parmigiano Macedonio Melloni, grande fisico italiano, ampliò e perfezionò mirabilmente gli studi sui raggi termici, superando tutti i suoi predecessori.

Molti altri si sono occupati di ricerche termiche e spettroscopiche, ma anche di essi non è possibile occuparci.

Per questa ragione ci limiteremo soltanto a ad accennare la grande importanza del Meyer, autore della famosa teoria sulla conservazione dell' energia nell' universo, sviluppata poi anche dall'Helmholtz, che pubblicò

una memoria: *Sulla conservazione della forza*; aggiungiamo quindi il nome del Tyndall, del Carnot (scopritore del 2° principio della termodinamica), ma omettiamo tanti altri che si occuparono di ricerche relative alla degradazione dell'energia, alla teoria cinetica dei gas, alla liquefazione dei gas ecc. Fra i fisici più importanti finalmente notiamo il famoso Michele Faraday (nato nel 1791), lo scopritore dell'induzione elettrodinamica e delle leggi dell'elettrolisi (delle quali però già s'era occupato il nostro fisico Matteucci) e di molte altre ricerche; notiamo anche lo scienziato italiano Antonio Pacinotti (tutti ricordano l'anello del Pacinotti), e in ultimo — per non volerne citare altri — il piemontese Galileo Ferraris, inventore del *motore a campo rotante*, così utile nel campo industriale. Ad un altro italiano infine si deve la prima invenzione del *telefono*, cioè ad A. Meucci (nel 1849), mentre ad Hugues si deve l'invenzione del microfono.

Ma uno dei nomi più famosi da ricordare nel secolo XIX è quello del fisico Maxwell, il quale, giovandosi degli studi e delle esperienze di ottica dei suoi predecessori e maggiormente approfondendo le ricerche del Faraday sulla elettricità e sul magnetismo, riuscì a formulare una teoria nuova sulla luce, la così detta teoria elettro-magnetica. Questa teoria sostituisce alle vibrazioni, od ondulazioni luminose, i fenomeni elettro-magnetici, cioè flussi di spostamenti uniformi e periodici delle particelle elettriche, verificantisi attraverso l'etere, che propaga questi fenomeni colla stessa velocità della luce; insomma — esteso dal Maxwell il concetto di radiazione — l'etere non propagherebbe soltanto le radiazioni calorifere, luminose, chimiche, ma anche quelle elettro-magnetiche. Conclusione: la luce sarebbe di egual natura delle perturbazioni elettro-magnetiche.

Contemporaneamente al Maxwell, anche altri fisici

lavorarono in un campo analogo, come per esempio, il Riemann, il Lorentz, l'Helmholtz; ma colui che dopo la morte del Maxwell riuscì a dare una base sperimentale alla teoria elettro-magnetica della luce fu Enrico Hertz (1857-1894), allievo di Helmholtz, completando così i grandi lavori del Faraday e del Maxwell (1). Gli studi posteriori poi hanno portato ad altre applicazioni: fra gli altri il nostro Righi — morto da poco — creò una serie di metodi per riprodurre e studiare nelle onde elettriche i fenomeni già noti delle onde luminose (2); e infine Guglielmo Marconi è stato l'inventore della radiotelegrafia, fondata sull'utilizzazione della propagazione delle onde elettriche.

D) - *Chimica*. — Gli albori della chimica, come scienza, rimontano al 1600, quando cioè il metodo sperimentale si fece largamente strada. Fra i primi nomi di chimici troviamo quello di Roberto Boyle (1626-1691), che scrisse, fra gli altri libri, quello intitolalo: « *Il Chimico scettico* », che segnò una rivoluzione nella storia della chimica. Il Boyle introdusse in questo campo uno spirito nuovo, ed il criterio della ricerca veramente scientifica delle leggi regolatrici dei fenomeni: coi suoi studi ed esperimenti fece sorgere e staccar per sempre la vera scienza chimica dall'alchimia.

Al Boyle seguirono (per non citare che alcuni più importanti), Giorgio Ernesto Stahl, autore, o per lo meno formulatore, della così detta *teoria del flogisto* (3), la

---

(1) Cfr. Pitoni R. *Op. cit.* pp. 360-361 e segg.

(2) Una delle opere dell'Hertz è: « *L'ottica delle oscillazioni elettriche* ».

(3) Relativa alla combustione. Secondo essa, i corpi bruciano perchè contengono un principio combustibile, cioè una sostanza materiale, chiamata *flogisto*.

quale ebbe fama quasi universale e fu seguita fino alla fine del secolo XVIII, quando cioè, scoperto l'*ossigeno*, la teoria fu poi, definitivamente battuta dal Lavoisier. Nè meno importanti chimici furono: Giuseppe Priestley, noto fra l'altro per il suo libro « *Esperimenti ed osservazioni su diverse specie d'aria* »; Enrico Cavendish (nato a Nizza il 1731), il quale si occupò di quasi tutti i rami della scienza fisica, ma la sua più grande scoperta, nel campo della chimica, è la determinazione della *composizione dell'acqua* (creduta anticamente una sostanza semplice); poi Reaumur, Marggraf, Duhamel e molti altri che si occuparono, fino alla fine del sec. XVIII, di chimica tecnica, determinando molti processi industriali utilissimi alla società.

Ma colui che produsse una vera rivoluzione chimica fu Antonio Lorenzo Lavoisier (1743-1794). Come lo Stahl, non scoperse alcuna nuova sostanza, ma creò un'epoca nuova, distruggendo la teoria che lo Stahl stesso aveva fondata. L'isolamento dell'ossigeno e la scoperta della natura dell'aria atmosferica fatta dal Priestley, nonchè la scoperta dei componenti dell'acqua fatta dal Cavendish, furono chiaramente interpretati dal Lavoisier, il quale con ragionamenti ed esperienze dimostrò definitivamente la ragione del fenomeno della combustione (1).

Ma un altro principio dobbiamo al Lavoisier: il principio della conservazione della materia, il quale è la vera base della scienza chimica, e per il quale si diffuse il metodo o l'uso di servirsi della bilancia per studiare e controllare i rapporti quantitativi delle sostanze.

Accanto al Lavoisier troviamo anche il chimico Berthollet, il quale, fra le altre cose, scoprì il potere im-

---

(1) Anche i nomi di *ossigeno, idrogeno, nitrogeno*, ecc. furono coniati in questo periodo di tempo.

biancante del cloro, preparò il clorato potassico, fece ricerche intorno all'acido prussico ecc. E dopo di lui dovremmo citare il Fourcroy, il Vauquelin, il Klaproth, il Proust ed altri.

Ma sul principio del sec. XIX il mondo dei chimici fu messo a rumore per la diffusione della teoria atomica di Giovanni Dalton (1766-1844), la quale segnò una nuova era nella storia della chimica, offrendo una spiegazione semplice e adeguata delle leggi fondamentali delle combinazioni chimiche(1). Prima di lui (senza voler rimontare a Democrito e seguaci) qualche accenno lo si trova nei concetti del chimico Bergmann, del Richter e del Fischer; ma la formulazione precisa della teoria è senza dubbio merito di Dalton. Egli si occupò prima delle meteore, dei gas, degl'idrocarburi e poi via via fu condotto ad enunciare la sua teoria, esposta nel libro « *Nuovo sistema di filosofia chimica* » (1808), e precisamente nel 3° capitolo di questa, intitolato: « Della sintesi chimica ». Distinse così i corpi in semplici e composti, e tutti formati di atomi, di peso e dimensioni diverse, e combinantisi in maniera diversa (elementi binarî, ternari, quaternari, ecc.), riuscendo, così, a spiegare bene tutti i fatti allora conosciuti, la costanza della composizione chimica dei corpi, la legge delle proporzioni reciproche e via di seguito.

Per quanto a principio non fosse ben accetta, non passò molto tempo e la teoria atomica era, salvo alcune modificazioni, universalmente accettata. Fra i primi propugnatori e studiosi dei pesi atomici fu il chimico svedese Berzelius, benemerito di questa scienza, il quale preparò e studiò molti corpi composti e scrisse anche molte opere a riguardo. Nè dobbiamo, a questo propo-

---

(1) Thorpe E., *Storia della chimica*. Ed. cit. p. 122.

sito, dimenticare il fisico e chimico Avogadro Amedeo (1776-1856) che fu uno dei primi a studiare le relazioni fra le proprietà fisiche dei corpi e la loro costituzione.

Ma gl'inizi del sec. XIX sono anche memorabili perchè, scoperta la pila voltaica, si potè applicare l'elettricità, come agente analitico, alla chimica, riuscendo a delle scoperte della massima importanza. A tal proposito si resero famosi il Davy, il Wollaston, il Thénard e il Gay Lussac, i quali tutti, oltre a scoprire sempre nuovi elementi, perfezionarono anche i processi elettrochimici e convalidarono sempre più la teoria atomica.

A quest'epoca rimonta anche il sorgere della chimica organica, alla quale contribuirono i nomi già conosciuti del Lavoisier, Berzelius, Gay Lussac e di altri, quali il Wöhler, il Liebig ecc. E questi stessi famosi chimici lavorarono anche nel campo della chimica-fisica, cioè scoprirono e stabilirono rapporti tra le proprietà fisiche e quelle di natura chimica dei corpi. E così tra il continuo ricercare ed esperimentare di questi scienziati, giungiamo alla metà del sec. XIX, quando cioè la chimica acquista una maggiore precisione di linguaggio, una determinazione più precisa di metodi, e una ricchezza di nuovi elementi scoperti, nonchè di nuove leggi e teorie, e soprattutto un'applicazione estesissima alle industrie. Così si ebbero moltissimi elementi chimici scoperti dopo il 1850 (il cesio, il tallio, il rubidio, lo scandio ecc.), fra i quali l'elio e il radio; dal radio si passò alla scoperta delle altre sostanze radioattive, le cui proprietà oggi tutti conoscono (1). Così si studiarono e precisarono i vari elementi chimici: gli atomi e le

---

(1) **Il radio fu fatto conoscere la prima volta nel 1898 dalla signora Curie.**

molecole, i pesi atomici ed equivalenti, le loro leggi e rapporti (alle quali ricerche si connettono i nomi di Avogadro, Cannizzaro, Morey, Richards ecc.); si costituì la teoria molecolare e la teoria cinetica dei gas (Bernouilli, Waterston, Clausius, Maxwell ecc.); si ideò il concetto delle valenze; si sviluppò sempre più la chimica organica e la chimica fisica (p. es. la teoria della ionizzazione); in una parola si giunse a preparare tutto quell'immenso materiale di scoperte, studi e ricerche sperimentali, che ci hanno preparato il presente stato di cose e che tanto hanno influito sul benessere sociale, mediante processi ed estese applicazioni chimico-industriali.

La chimica, fin dai suoi primordi, è stata sempre una scienza rivolta in gran parte a scopi utilitarî, pur quando è stata stimolata da un'esigenza conoscitiva. Ma una tale esigenza è sempre alla radice della chimica e della fisica, allorchè si torna sull'ipotesi e sulle ricerche riguardanti l'intima costituzione della materia, la natura e l'origine prima di essa. Così vediamo che, sotto l'influsso dei sistemi filosofici dominanti nel secolo passato, i fisici e i chimici tentarono anch'essi giungere a qualche conclusione sulla struttura intima della materia. « Da una parte ebbe quindi sviluppo la fisica dell'etere (ottica, calore, elettricità), mentre dall'altra si ebbero importanti ricerche di fisica molecolare » (1). In Italia e fuori, molti furon coloro che si occuparono di simili ricerche: essi giunsero a dimostrare che non esistono differenze essenziali tra liquidi e solidi, nè fra liquidi e gas.

Mediante poi le scariche elettriche nei liquidi e nei gas rarefatti, adoperate da più di uno scienziato, il

---

(1) PITONI R., *Op. cit.*, p. 369.

Crookes (1) giunse a formulare (nel 1878) la sua teoria della materia radiante. Secondo lui, le particelle gassose vengono respinte con grandissima velocità dal polo negativo in direzione normale alla sua superficie, e dove urtano producono fenomeni luminosi, termici, meccanici ecc. Nel dicembre del 1895 il Röntgen, da uno di tali esperimenti, ebbe l'idea, che l'anno dopo concretò, della scoperta di quei *raggi*, appunto da lui detti Röntgen, studiati avidamente da per ogni dove e utilizzati subito dall'arte medica. Gli studi del Roiti, del Righi, del Battelli e di altri, in Italia e fuori, hanno mostrato la complessità di queste radiazioni. Altri scienziati, poi, sempre nel campo dell'elettricità applicata ai gas, riuscirono colle loro esperienze a preparare il terreno per quella *teoria elettronica,* fondata da Thomson J. J., la quale poggia sull'ipotesi che gli atomi sono alla lor volta costituiti di piccolissime cariche elettriche (positive e negative, dette ioni ed elettroni) (2). Contemporaneamente, per opera del Becquerel, che scoprì nel 1896 la radiazione dell'uranio, si giunse alla teoria della radio-attività della materia. Ma mentre la teoria corpuscolare dell'elettricità sembra quasi assodata, difficile è accertarsi della verità della radio-attività della materia, poichè l'*etere*, che dovrebbe essere un mezzo universale trasmettitore di tutte le radiazioni (elettriche, termiche, luminose, chimiche), offre difficoltà enormi ad essere studiato e può tanto essere supposto quanto essere negato. Maxwell, Helmholtz, Thomson hanno fatto molti studi per conoscere le proprietà di un simile mezzo o materia, ma altro non hanno potuto dirci se non la grande differenza che deve esservi tra esso e la materia

---

(1) Scopritore del tallio e inventore del radiometro.

(2) Cfr. Pitoni R. *Op. cit.,* pp. 273 275 e segg.

ordinaria. « Infine, la teoria del Maxwel richiede che si dia all'etere una costituzione capace di spiegare non solo i fenomeni ottici, ma anche quelli dell'elettricità e del magnetismo. Nè si deve dimenticare che lo stesso fenomeno della gravitazione dovrebbe spiegarsi coll'etere. Ci si trova adunque dinanzi a difficoltà formidabili, come ebbe ad esprimersi lord Kelvin nel 1900, ed è per questo che alcuni fisici vorrebbero senz'altro sopprimere ogni idea di un mezzo universale, e considerare le proprietà dello spazio come semplici proprietà matematiche » (1).

Sulla costituzione ultima della materia si sono, in questi ultimi tempi, alternate, e ancora si alternano, la teoria molecolare e quella energetica (capo della scuola energetica piu recente è stato l' Ostwald), ma lo stesso propugnatore dell'energetica ritiene che forse debba ammettersi una struttura granulare della màteria.

Noi possiamo concludere che non è facile, anzi forse è impossibile, giungere a conclusioni che siano verità sperimentali su ciò che all'uomo non è dato conoscere che per ipotesi non controllabili; nè d' altra parte si deve chiedere alla scienza la spiegazione esatta degli enigmi dell'universo. Molte teorie sono costruzioni mentali più o meno verisimili, e più o meno capaci di spiegare i fenomeni che ci si manifestano; ma quelle altre teorie che si propongono i *perchè*, relativi alle radici ultime delle cose (o nello spazio o nel tempo), sono forse destinate a restare pure ipotesi, che possono avere un maggiore o minore grado di probabilità in un sistema di interpretazione totale dell' universo. Se si chiede di più, si confonde scienza e filosofia, lo sperimentabile col concepibile: e così infatti, negli ultimi tempi, i fisici hanno finito per invadere anche il campo filo-

---

(1) Pitoni, R. *Op. cit.*, pp. 375-376.

sofico. Non dico che i due campi siano del tutto separati; ma è anche innegabile che, se si vuole far progredire sperimentalmente la scienza della natura, bisogna decidersi a lasciare ai filosofi la così detta filosofia della natura. Tutte e due sono, è vero, guidate da esigenze conoscitive, ma la scienza deve contentarsi del particolare, e giungere dove può giungere il controllo della esperienza; la filosofia può anche spaziare nel campo del puro pensiero e dar luogo alla metafisica: ma la metafisica deve esser lasciata ai metafisici, ossia ai non fisici.

SEZIONE IV.

La scienza contemporanea. Recenti teorie sulla scienza.

CAP. I.

Le teorie sulla scienza in Inghilterra e in Germania.

1. — Ma, come abbiamo accennato, la caratteristica dei filosofi, dei fisici e dei matematici moderni è stata proprio quella di voler costruire delle teorie filosofiche partendo dalla scienza. Anzi, gli scienziati, oltre che i filosofi, sono pervenuti, nel periodo ultimo e contemporaneo a noi, ad una vera e propria critica della stessa scienza, si son cioè rifatti dai fondamenti conoscitivi e hanno iniziato il riesame dei principî su cui la stessa scienza in generale poggia, mirando a scoprire, sondare e analizzare, il valore e la legittimità degli assiomi, definizioni, postulati che sono la base di questa o quella scienza particolare. Questo periodo, dunque, è il più interessante e caratteristico, perchè esce fuori dallo stato di ingenua oggettività naturalistica, come anche dalla soggettività astratta delle costruzioni ipotetiche-deduttive, così da potersi denominare la fase criticista della scienza, fase che avvicinerà e armonizzerà, non dualisticamente, ma idealisticamente pensiero ed esperienza. Altri l'hanno chiamata la reazione idealistica contro la scienza; reazione che, fin dal principio del sec. XIX, ha ingaggiato

una lotta senza quartiere contro l'intellettualismo astratto tradizionale, che concepiva la verità come qualcosa di fatto *ab aeterno*, e se in principio del secolo la lotta fu iniziata dall'idealismo, alla fine dello stesso secolo è stata ripresa dagli scienziati veri e propri, e oggi continua ancora. È stata ed è reazione dell'intellettualismo in tutte le sue forme, si copra esso col nome di positivismo o anche con quello di spiritualismo. « Lo spirito umano, insoddisfatto dei resultati ai quali lo conducevano i metodi delle scienze naturali, trasferiti senz'altro nel campo della filosofia, non volendo arrestarsi sulla soglia del tempio dell'Inconoscibile, ricercò in se stesso altre energie più profonde che gli aprissero le porte del mistero. L'arte, la vita morale, la fede religiosa furono invocate a colmare le lacune della conoscenza scientifica; per eccesso di reazione si estese a tutto l'intelletto umano quella sfiducia che doveva solo limitarsi al naturalismo scientifico e alla sua pretesa d'esaurire con poche formule meccaniche l'infinita ricchezza della natura e dello spirito » (1). E poichè il pensiero non sapeva adattarsi all'agnosticismo, ha tentato di reagire per due vie: l'una coll'appellarsi alla volontà creatrice di tutti i valori e alla libera intuizione estetica, che si pone al di sopra dell'intelligenza (2); l'altra « col sottomettere ad un esame critico rigoroso i fondamenti della concezione meccanica e dei suoi principali strumenti: l'intuizione geometrica e il calcolo matematico. Quest'analisi, alla quale gli scienziati furono spinti dalla scoperta dei

---

(1) ALIOTTA A. *La reazione idealistica contro la scienza*. Palermo, Casa Ed. Optima, 1912, p. 1 e segg.

(2) Ritornando al moralismo di Fichte, al voluntarismo e all'estetismo romantico (di cui un ultimo esponente, per giunta paradossalmente ribelle, è il Nietzsche).

nuovi principî dell'energia e dalle concezioni metageometriche, ha avuto per resultato di mettere in rilievo l'opera attiva dello spirito nella costruzione delle teorie e delle leggi scientifiche. In tal modo la critica speculativa, determinata da imperiose esigenze dello spirito, che il positivismo lasciava insoddisfatte, veniva ad incontrarsi con la critica che le nuove teorie suscitavano nell' ambito stesso della scienza, scuotendo la fede dommatica nella vecchia geometria e nella meccanica tradizionale » (1).

Certo, tutto questo vasto movimento di reazione o revisione critica non si spiegherebbe se non vi fosse stata la filosofia critica kantiana (da cui il pensiero moderno prende le mosse e le armi); ma la genesi della reazione è più visibile attraverso lo sviluppo delle posteriori correnti filosofiche (l'agnosticismo, il neo-kantismo, l'empiri-criticismo, il neo-hegelianismo inglese), sboccando quindi nelle tre principali forme di reazione, cioè nella filosofia francese (Boutroux, Poincaré, Bergon, Duhem ecc.), nel pragmatismo anglo-americano (Peirce, Schiller, James ecc.) e nella filosofia dei valori (Windelband, Rickert, ecc. (2).

2. — Ma prima di venire a parlare degli sviluppi successivi della critica rivolta contro la filosofia positivistica e contro la scienza intesa nel suo concetto tradizionale, dobbiamo fermarci un momentino sull'ultima

---

(1) Aliotta A. *Op. cit.* p. 6.

(2) Avverto che data la molteplicità di indirizzi e la complessità dei motivi incrociantisi nella filosofia e nella scienza della seconda metà del sec. XIX, non è certamente facile — data la ristrettezza di spazio — esser chiari e concisi nello stesso tempo.

battaglia che combattè nel secolo scorso la concezione meccanica del mondo per bocca di un gruppo di scienziati che fan capo all'inglese Maxwell.

Partendo dal campo della fisica, si accese presto una disputa alla quale presero parte molti scienziati: essa riguardava cioè il valore che si deve attribuire agli elementi rappresentativi concreti nella sistemazione delle leggi empiriche. Alcuni (Rankine, Mach, Duhem, Ostwald) volevan bandire qualunque immagine, riducendo la teoria ad un puro sistema di concetti e di rapporti matematici; altri (e cioè la scuola inglese, con Faraday, Thomson, Lodge, Maxwel) si ribellarono invece a questo formalismo, ricorrendo anzi ogni momento, nelle loro teorie, a rappresentazioni concrete dei fenomeni (1). Nacque così la famosa *teoria dei modelli*, propugnata dagl'inglesi: secondo questi scienziati, per qualunque categoria di fenomeni fisici che dobbiamo considerare, si può costruire un modello meccanico, che sodisfa alle condizioni richieste (così per l'elasticità dei solidi, per le vibrazioni della luce ecc.); per essi comprendere un fenomeno vuol dire formarsene una rappresentazione concreta, costruire un modello che lo imiti. In fondo, essi preferiscono sempre e soprattutto le spiegazioni meccaniche, perchè il movimento si può facilmente rappresentare; e ricorrono anche ad ogni altra specie di immagine che agevoli l'intendimento dei fenomeni.

Maxwell James Clerk nacque a Edimburgo nel 1831 e morì a Cambridge il 1879. Dopo essere stato insegnante di fisica dal 1856 al 1865, si ritirò in Iscozia (dal 65 al 71), ma ritornò a Cambridge per impiantarvi un labo-

---

(1) ALIOTTA A. *L'immagine e il concetto nella teoria fisica.* In « La Cultura filosofica », anno II, N. 10, ottobre 1908, p. 417 e segg.

ratorio di fisica sperimentale. Per i suoi studi sull'elettricità, va considerato come uno dei grandi fisici del sec. XIX.

Molte sue memorie sono inserite nelle pubblicazioni della « British Association » e in quella della « Société royale ». Ma ha pubblicato a parte: il *Saggio* sull'equilibrio e sul moto degli anelli di Saturno (1859); la « *Teoria del calore* » (1871); l' « *Elettricità e magnetismo* » (1873); « *Materia e movimenti* » (1876) ecc. Per quanto un altro scienziato — lo Stallo — abbia giudicato il meccanicismo del Maxwell alla stregua di quello di Descartes, di Huyghens o di Leibnitz, si deve riconoscere, dice l'Enriques, che le vedute di Maxwell tendono ad emanciparsi dall'antica metafisica, soprattutto poi da quella materialistica (1). Egli, come s'è detto, riuscì al concetto di cercare nelle teorie fisiche, al pari di lord Kelvin, dei *modelli meccanici* della realtà. Egli parte dal principio, che quando un fenomeno fisico può esser descritto completamente nella configurazione e nel moto d'un sistema materiale, la spiegazione dinamica di questo fenomeno è completa. Non è quindi possibile concepire come necessaria un'ulteriore spiegazione poichè le idee di configurazione, di massa, di forza, sono così elementari da non poter esser spiegate con altre cose. In accordo con tale veduta fondamentale, il Maxwell ha fatto numerosi tentativi per comprendere meccanicamente diversi ordini di fenomeni, specialmente nel campo dell'elettricità; ma egli offre le sue spiegazioni non come soluzioni definitive del problema, che oltrepassa la considerazione positiva, bensì come teorie provvisorie, che

---

(1) Enriques F. *Per la storia della logica*. Bologna, Zanichelli, 1922, p. 257.

mantengono un valore di *previsione* anche se discordi fra loro (1).

Egli insomma, come ben nota il Poincaré, non pretende di cogliere la spiegazione reale, ma tende generalmente a mostrare la semplice possibilità di una spiegazione meccanica, che è, in fondo, l'aspetto di tutta la costruzione o concezione maxwelliana. Si può chiamare, anche questa del Maxwell, una specie di *dottrina delle relazioni*, che poi sarà svolta, in un diverso significato, dal Poincaré, Milhaud e Duhem, perchè questi si fondano su rapporti matematici ed astratti, laddove il fisico inglese non sa staccarsi dagli elementi immaginifici e concreti. Ora il Poincaré osserva che la concezione maxwelliana si risolve in una mera possibilità di spiegazione meccanica (mettendo capo, potremmo aggiunger noi, ad una specie di *probabilismo* scientifico), perchè se per una serie di fenomeni è possibile assegnare una spiegazione meccanica (dato che l'Autore non pretende che questa sia necessariamente *reale*) è possibile assegnarne infinite. Così l'ottica delle ondulazioni di Fresnel e la teoria elettro-magnetica del Maxwell (2) po-

---

(1) Enriques F. *Per la storia della logica.* Bologna, Zanichelli, 1922, p. 258.

(2) Per maggior chiarezza, ripetiamo la teoria elettro-statica ed elettro-magnetica ideata dal Maxwell. Per la prima, egli fa del dialettrico interposto fra corpi elettrizzati un mezzo elastico, le cui deformazioni producono direttamente certe pressioni o tensioni, da noi percepite come azioni elettro statiche. Riunendo questa sua veduta con la rappresentazione della luce come vibrazione di un mezzo elastico (teoria delle ondulazioni di Fresnel), egli è indotto a fondare quella generale teoria elettromagnetica della luce a cui l'Ottica viene subordinata.

Ma il Maxwell, che avrebbe potuto darci una teoria sinte

trebbero essere, anzi sono — dice il Poincaré — egualmente vere, in quanto portano alle stesse equazioni differenziali, le quali ci fanno conoscere tanto col primo

---

tica di tutti i fenomeni elettrici ed elettromagnetici, si contenta di offrircele separate, ma entrambe poggianti su un medesimo fondamento: la prima è la teoria *elastica* delle azioni elettrostatiche, la seconda è quella *elettro-magnetica* vera e propria, ed entrambe sono fondate sull'idea direttrice di spiegare le forze a distanza con azioni esercitantisi per contiguità. Egli riguarda l'energia elettro-magnetica come una forma di movimento, insistendo sull'analogia fra i fenomeni d'autoinduzione delle correnti e le forze d'inerzia, traendone il concetto di qualcosa che si muove. E per spiegare tale ipotesi si serve della meccanica energetica: riesce così ad uno schema a base di immagini il quale si può rappresentare come un *sistema cellulare contenente un fluido;* il movimento del fluido corrisponde all'energia elettro-magnetica, e le reazioni elastiche, cioè le pressioni e tensioni determinate da questo fenomeno nelle pareti delle cellule, danno luogo all'energia elettro-statica. Estendendo questa visione immaginifica oltre il campo dell'esperienza, ed avendo osservato che le oscillazioni elettromagnetiche periodiche estremamente rapide dovrebbero produrre fenomeni analoghi a quelli della luce, è stato portato a considerare le onde luminose come un caso particolare di queste oscillazioni, corrispondenti ad una lunghezza d'onda estremamente piccola. Venti anni dopo, le oscillazioni elettriche venivano realizzate sperimentalmente da Hertz e, misuratane quindi la velocità di propagazione, si ritrovava conformemente alla previsione teorica la velocità della luce. Da quel giorno nuove analogie tra i fenomeni ottici ed elettro-magnetici si sono venute accertando in gran numero (in Italia per opera di Augusto Righi), cosicchè il concetto generale della teoria elettro-magnetica della luce si può dire costituisca nel complesso — non nei particolari — un acquisto quasi sicuro per la scienza (Cfr. ENRIQUES F. *Problemi della scienza*, Bologna Zanichelli, 1906, p. 496 e segg.).

(Fresnel) quanto col secondo (Maxwell) che vi è un certo rapporto fra qualcosa e qualcos'altro; senonchè questo qualcosa lo chiamavamo prima un *movimento* e lo chiamiamo ora una *corrente elettrica*. Ma queste denominazioni non sono che immagini sostituite ad oggetti reali che la natura ci nasconderà eternamente. I *rapporti* veri fra gli oggetti reali sono la sola realtà che noi possiamo raggiungere, e la sola condizione è che vi siano gli stessi rapporti fra gli oggetti e le immagini che siamo forzati di mettere al loro posto. Se questi rapporti ci sono conosciuti, non importa se giudichiamo comodo di sostituire un'immagine con un'altra (1).

Infaticabile sperimentatore in fatto di elettricità e di magnetismo, il Maxwell ha il torto di non averci saputo dare una teoria sintetica, abbracciante tutti i tentativi particolari per una spiegazione meccanica dei fenomeni elettrici ed elettro-magnetici; o meglio, egli non ha potuto raggiungere, forse anche desiderandolo vivamente, l'accordo finale, ed indagando e criticando i fatti con una logica potente e con una mirabile intuizione delle analogie, nei singoli dominî dell'esperienza, egli ha preferito serbare diverse costruzioni parziali, colla fiducia che le apparenti contradizioni debbano scomparire in una visione più estesa dei rapporti fisici, anzichè essere arbitrariamente eliminate per spirito di composizione sistematica (2).

Certo, le particolari vedute del Maxwell sono state oggetto di critiche e di correzioni posteriori da parte dell'Heaviside, dell'Hertz e ultimamente del Levi-Civita,

---

(1) Cfr. Poincaré H. « *Électricité et optique* », 1901; *La science et l'hypothèse* », 1902. Cap. X e XII.

(2) Enriques F. *Problemi della scienza,* pp. 499-500.

ma gli sviluppi anzi apportati da questi scienziati posteriori hanno posto in luce il contenuto positivo della teoria elettro-magnetica del grande fisico inglese. E mentre la critica positiva della teoria maxwelliana riesce ad eliminare dalle equazioni del campo ogni distinzione tra forze elettriche di origine elettro-statica e forze di origine elettro-magnetica, anche le speculazioni intorno al modello meccanico dei fenomeni tendono d'altra parte a sopprimere cotesta distinzione (1).

Infine, per ciò che riguarda la teoria generale dei *modelli* meccanici, aggiungiamo che anche il nostro Enriques si avvicina a quest'ordine d'idee. Dopo aver rigorosamente definito il *contenuto positivo* delle teorie, che sono l'insieme dei fatti verificabili che essi abilitano a prevedere, l'Enriques definisce come *ipotesi rappresentative* quelle che concernono il sistema d'immagini su cui la teoria viene costruita, e che non possono essere in parte *indifferenti* rispetto ai fatti preveduti. L'Autore rivendica così il valore dell'elemento rappresentativo della conoscenza, poichè per lui la scienza non è tutta *fatta*, ma è sempre e continuamente da farsi, e in ogni caso le ipotesi esprimono il bisogno di *estendere* la rappresentazione di certi fenomeni oltre i limiti d'arresto che sembrano rompere la *continuità* e l'*unità* della natura. Ma con ciò non vuol uscir fuori dei « fatti scientifici », vuole soltanto render possibile quella premessa volontaria della verificazione, e per la possibilità di una maggiore comprensione del fatto scientifico, la quale è tanto più ricca quanto più varie sono le immagini che possiamo vedere dietro le esperienze possibili. In conclusione, questa teoria vuol conferire alla scienza

---

(1) Enriques F. *Problemi della scienza*, p. 509 e segg.

la previsione economica del sapere, come vedremo meglio e più accentuatamente in altri scienziati (1).

3. — La concezione positivistica della filosofia e della scienza, iniziata da Augusto Comte, abbraccia due fasi o periodi: « uno dommatico che va fino a Spencer, caratterizzato da una fede assoluta nella scienza fisica, che è posta senz'altro come il tipo d'ogni forma di sapere; l'altro, che comincia, verso il 1870, ancora più radicale del primo, sottopone la scienza stessa ad una critica rigorosa per eliminarne gli ultimi residui di metafisica nascosti sotto la falsa specie delle teorie sperimentali (2) ». Abbiamo così un vecchio e un nuovo positivismo, tutti e due nemici della metafisica: il primo aveva preteso spiegare tutta la realtà (naturale e spirituale) *scientificamente*, terminando nell'agnosticismo; il secondo va ancora più oltre, per distruggere qualunque mistero dell'universo, risalendo ad una esperienza ancora più pura e più genuina di quella scientifica. Quest'ultimo movimento d'idee è ciò che si chiamerà poi l'empirio-criticismo, come fra breve vedremo.

Il primo positivismo servendosi unicamente del metodo scientifico, poggiato sui soli rapporti quantitativi, aveva condotto i filosofi e gli scienziati del sec. XIX ad un'eccessiva sopravvalutazione di quell'unico tipo di conoscenza, pretendendo che tutto ciò che non potesse rientrare in quegli schemi, dovesse essere escluso dall'ambito della conoscenza e della scienza. Il Du Bois-

---

(1) In Italia anche altri scienziati seguono la teoria dei *modelli meccanici:* fra i fisici ci limitiamo a citare il Garbasso, che fu uno dei primi a farla conoscere nel nostro paese.

(2) ALIOTTA A., *Riccardo Avenarius*. In « La Cultura filosofica ». Anno II, Aprile 1908, pag. 203 e segg.

Reymond, p. es., dichiara dommaticamente che la vera scienza è la meccanica: tutto è da ridurre all'aspetto quantitativo del movimento delle masse materiali. Il resto è *inconoscibile*. Alla stessa conclusione giunge lo Spencer, dimostrando che non solo al sapere scientifico, ma anche alla ragione speculativa sfugge l'essenza ultima delle cose. — L'*ignorabimus* finale ci porta o allo scetticismo o di nuovo alla fede, dalla quale la scienza e la filosofia pur s'era voluta emancipare. Fu allora sentito il bisogno di un ritorno a Kant, sia per porre argine alle eccessive negazioni a cui era pervenuto il positivismo materialistico, sia per mostrare l'attività del soggetto nell'elaborazione della scienza. Il Lange, il Liebmann, lo Schultze, il Riehl, il Renouvier ecc. cercano, chi più e chi meno, di dare una solida base alla scienza; ma finiscono o per rinchiudersi in un campo in ultima analisi nuovamente empirico (preparando così l'empirio-criticismo) o in quello decisamente voluntaristico (Wundt).

D'altra parte, mentre si iniziava questo movimento di ritorno a Kant, anche l'empirismo, non volendo restare indietro alla critica delle concezioni intellettualistiche precedenti, pur derivando dal positivismo e non uscendo in sostanza dallo stesso terreno di quest'ultimo, instaura quella che fu chiamata la filosofia del dato o dell'*immanenza*. La lotta è sempre alla metafisica e a tutto ciò che non si può risolvere o fondare su fatti. Corifeo di questa dottrina è Guglielmo Schuppe (1863-1913) (1), il quale commisura tutta la realtà all'*io cosciente*, che per lui rappresenta il principio fondamen-

---

(1) Seguaci di essa, con tinte però un pò diverse, sono anche il Rehmke, lo Schubert-Soldern, il Kaufmann ecc.

tale di tutta la filosofia. Poichè un tal indirizzo ha il proposito di combattere la trascendezza, si propone di ricondurre all'atto immediato dell'esperienza tutte quelle distinzioni e concetti che il posteriore pensiero, riflesso e critico, elabora. Anzi, per tutti i filosofi seguaci di questo indirizzo, il dato dell'esperienza sensibile è già un pensiero bell'e perfetto, sì che non c'è bisogno di trascenderlo in un altro superiore per spiegarlo; il pensiero posteriore anzi non fa che rendere esplicito tutto ciò che è contenuto nell'atto ***immediato dell'esperienza sensibile*** (1). Insomma, per lo Schuppe il problema della conoscenza è messo in questi termini: dato un fatto, un contenuto conoscitivo (esperienza immediata che abbraccia l'io e il non io nella coscienza), non resta che analizzarlo, e perciò, per l'Autore, il sapere, la scienza, non è che un fatto cristallizzato, da studiare non nella sua genesi o sintesi, ma posteriormente, nella sua composizione che noi troviamo bella e fatta (2). In questa concezione noi non troviamo alcuna novità di vedute, per ciò che riguarda il concetto

---

(1) CARLINI A., Appendice al *Compendio di Storia della filosofia* del *Fiorentino*. Firenze, Vallecchi, Vol. III, p. 27.

(2) Un'altra conseguenza della premessa del dato *immediato* è nella questione: *il dato è reale?* — Sorge così la « *teoria degli oggetti* » che fa capo al Meinong, il quale pone dietro questo *dato immediato* della coscienza l'*oggetto* puro, concludendo che la conoscenza del primo è *a posteriori*, quella del secondo è *a priori*. Su questo poi fonda la logica, in connessione alla scienza matematica, la quale infatti non ha a che fare con conoscenze empiriche. Questa dottrina è stata seguita in Inghilterra dal Russel, e in Francia dal Couturat (Cfr. DE RUGGIERO G., *La filosofia contemporanea*. Bari, Laterza, 1920, Vol. I, p. 50-51 e segg.).

della scienza, novità che invece si manifesta in maniera progressiva ma netta in un altro movimento affine detto, come abbiamo accennato, empirio-criticismo.

4. — Fondatori di questo sono Avenarius e Mach, i quali intendono ristabilire l'esperienza pura, eliminando tutto ciò che vi è di arbitrariamente aggiunto dal pensiero. Ne segnò il programma Riccardo **Avenarius** (1843-1896) con lo scritto, apparso nel 1876, intitolato: « *La filosofia come pensiero del mondo, secondo il principio del minimo sforzo. Prolegomeni ad una critica dell'esperienza pura* ». Scrisse e pubblicò poi altre opere: *Critica dell'esperienza pura; Il concetto umano del mondo* ecc.; nelle quali sviluppò sempre meglio il suo pensiero.

Partendo dalla prima, l'Autore cerca di dimostrare come lo sviluppo della conoscenza si possa ridurre al principio del minimo consumo di forza, riuscendo, colla sua concezione, ad una veduta economico-biologica del mondo teorico. L'abitudine stessa, come del pari i principi logici, sono tutti fondati su questa esigenza; il bisogno stesso dell'unità, nei processi mentali, è fondato sull'esigenza dell'economia. Così, il concetto rappresenta un risparmio di energia, « in quanto, con un minimo sforzo di coscienza, ci è reso possibile abbracciare un gran numero di oggetti ». Per la stessa ragione, in tutte le scienze, i concetti e le leggi particolari sono economicamente condensati in concetti e leggi più generali. Tutto il mondo della filosofia si può dunque spiegare mediante il principio su detto. E per riuscire a questa purificazione dell'esperienza bisogna, secondo l'A., eliminare le aggiunte mitologiche, antropopatiche (= emotive) e formali o intellettuali (l'idea di sostanza, causa, fine ecc.). La scienza moderna, col suo metodo sperimentale, ha già da tempo trionfato delle prime due aggiunte;

dell'ultima, tuttora in uso presso filosofi e scienziati, bisogna cercar di vincere la battaglia finale rifacendosi all'esperienza pura, cioè alle pure e semplici sensazioni, e prendendo a fondamento quel principio economico del minimo mezzo, che ha valore in ogni campo (1).

6. — Ernesto **Mach** (nato il 1838, morto il 1916) iniziò la sua attività quando erano già avvenuti alcuni importanti avvenimenti nel campo scientifico: la dottrina evoluzionista del Darwin, le ricerche relative alle percezioni ottiche e uditive dell'Helmholtz, la nuova teoria energetica. Dopo alcuni anni e attraverso le sue ricerche nel campo della fisica, della fisiologia, della storia e della scienza, riuscì a formarsi una intuizione esatta ed avere un'orientamento personale suo proprio circa la filosofia e la scienza in generale. Egli concluse che

(1) Continuando questo processo di eliminazione, tutte le idee e tutti i concetti vengono riportati alle semplici sensazioni. La divisione tra mondo esterno e mondo interno è, secondo l'Avenarius, effetto di una illusione di prospettiva (è effetto cioè dell'*introiezione*); mentre l'*io* si distingue dall'ambiente solo per una maggiore ricchezza e complessità di elementi « Il mondo non è una rappresentazione dell'Io, come l'Io non è una funzione fisiologica del cervello, ma il mondo, l'io e il cervello fanno tutti parte d'uno stesso contenuto di esperienza ». Egli crede così di aver vinto anche l'Idealismo, col porre allo stesso livello l'Io e il mondo come contenuti d'esperienza ed attribuendo all'Io la sola funzione di membro centrale della coordinazione di esperienze. Tuttavia, a parte le moltissime critiche cui andrebbe soggetto, l'Avenarius non ha voluto o saputo tirare le conseguenze logiche della sua teoria, vale a dire non ha ridotto effettivamente tutto a sensazione, come han fatto dopo di lui il Mach e il Petzoldt: i quali hanno staccate le sensazioni dal complesso dell'Io, attribuendo ad esse una realtà del tutto indipendente.

tutto si riduce a un complesso di semplici sensazioni: la percezione, la rappresentazione, il concetto, l'*io* stesso, nonchè la ragione e la volontà. Egli aveva cominciato come un naturalista e finì filosofo e critico della scienza (1). E nella filosofia veramente, o meglio ufficialmente, esordì nel 1871 con una conferenza dal titolo: « *La storia e la radice del principio della conservazione del lavoro* » (2).

Seguirono, a distanza di alcuni anni, le altre opere del Mach. Oltre un discorso « *Sulla natura economica della ricerca fisica* », pubblicò: « *La meccanica nel suo sviluppo* » (1883); i *Principî sulla teoria del calore; le Letture scientifiche popolari; Analisi delle sensazioni; Conoscenza ed errore,* ecc. La più caratteristica per la conoscenza filosofica del pensiero di Mach è quella su « *La Meccanica e il suo sviluppo* »; nelle altre non vi si trovano che ampliazioni dei medesimi principî e del medesimo nucleo teorico. Il quale si può riassumere così: tutta la realtà, tanto quella fisica quanto quella psichica è costituita di sensazioni e di rapporti funzionali di esse; la scienza non è altro che la descrizione più economica, l'imitazione più semplice dei fatti del pensiero, e che si viene formando per successivi adat-

---

(1) Cfr. ALIOTTA A. *Ernesto Mach,* in « La Cultura filosofica » Anno II, N. 3, pag. 129 e segg., Firenze 1908.

(2) E poichè il Du Bois-Reymond, seguace ardente del meccanicismo, aveva pubblicato nel 1872 un famoso discorso « Sui limiti della coscienza della natura », le idee del Mach non trovarono nessuna accoglienza favorevole; tuttavia non passarono molti anni (e cioè nel 1882) il terreno gli si offrì molto più propizio, in quanto che anche altri filosofi e scienziati, quali il Kirchoff e l'Avenarius, avevano manifestati concetti analoghi.

tamenti, in corrispondenza ai bisogni della vita pratica (1). Perciò questa dottrina è stata giustamente definita coll'appellativo di ***teoria economica*** della scienza.

Pel Mach, la realtà è un complesso di sensazioni, in determinati rapporti fra di loro; ma non le sensazioni son simboli delle cose, sibbene le cose sono un simbolo mentale; gli elementi della realtà, del mondo, non sono gli oggetti o corpi, ma i colori, i suoni, le pressioni, gli spazi e le durate. Le necessità della vita pratica ci costringono ad ordinare questi elementi e a trovare in essi un qualcosa di costante, e questo costante costituisce la *cosa* (donde l'idea di sostanza), da cui distinguiamo le *qualità* o *accidenti*. L'insieme di sensazioni tattili e spaziali si prende in genere per il sostrato sostanziale delle cose (qualità primarie), riconoscendo variabili i colori, i suoni, gli odori (qualità secondarie). Invece, dice il Mach, ad analizzar bene tutto ciò si scopre che anche l'idea di sostanza è un'illusione e deriva dalla necessità pratica di trovare una qualcosa di stabile nella così variabile esperienza esteriore: quindi le cose non sono che schemi artificiali che pone la nostra stessa mente fra la infinita varietà di sensazioni, per meglio orizzontarsi — cioè con più prontezza e più comodità — nella vita pratica. Esse hanno dunque valore economico (2).

---

(1) ALIOTTA A. Articolo cit. loc. cit. p. 124.

(2) Alla stessa guisa il Mach ci svela per illusione anche il nostro Io — o coscienza —: esso è frutto di un complesso di ricordi, sentimenti, associazioni, e la sua persistenza come unità sostanziale ha un ufficio pratico. Ammesso ciò, non v'è quindi alcuna differenza nè opposizione tra la realtà interna e quella esterna, tra spirito e materia: così p. es. tra la volontà umana e la tendenza a cadere dei gravi non v'è differenza. Per la stessa ragione, l'A. non pone più differenza nemmeno

Ma, si potrebbe obiettare: il mondo ha un valore reale o è un'illusione? — Mach, risponde che questa domanda non ha valore scientifico, e che il mondo è in fondo proprio questa illusione. Ma essa è voluta, o meglio sorge da fini pratici, economici, del nostro stesso pensiero. La scienza, poi, nata come si sa da scopi e bisogni pratici, progredisce secondo la legge dell'evoluzione; quindi non deve esser ritenuta un sistema di verità immutabili, ma cambia in vista dell'adattamento. La vita della scienza sta appunto nell'adattarsi ai fatti sempre nuovi e nell'adattarsi che fanno le stesse idee tra loro: i concetti e i nomi s'impongono per la necessità di ricordare il numero stragrande di esperienze e fatti. Così l'ufficio della scienza è *biologico,* cioè di permettere all'uomo di vivere e di orizzontarsi comodamente nel mondo. Se domandiamo come le scienze si originano, egli risponde: alla necessità di tramandare le esperienze sia nel tempo che nello spazio, da generazione a generazione. Perciò le regole vengono fissate, e, per abbreviarle e semplificarle si generalizzano, si unificano, dando luogo alle leggi, ma sempre in vista d'un fine economico. La dimostrazione scientifica si fonda perciò su schemi passati per scoprire verità presenti, ma anche qui per evitare perdita di tempo (1).

---

tra fatti fisici e psichici, tra ricerche fisiche e psico-fisiologiche. Allo stesso modo con cui procedono gli elementi chimici nei corpi, procedono anche le sensazioni nei concetti.

(1) Abbiamo detto che la scienza si evolve: in questa evoluzione passa per tre stadî: sperimentale, deduttivo, formale. Col primo si serba il contatto colla realtà; col secondo, per economia, si comincia a lavorare su immagini, sostituite ai fatti: col terzo si mira a sistemare astrattamente le conoscenze, formalmente, solo in vista dell'utilità pratica, cui mira, volendo evitare ogni fatica di sperimentare e di dedurre.

Il Mach inoltre combatte il valore assoluto della teoria meccanica, che è posta a base di tutti gli altri rami della fisica: anche la concezione meccanica è un prodotto dell'astrazione (non vi sono infatti fenomeni esclusivamente meccanici), astrazione istintiva e intenzionale che mira a facilitare lo studio degli stessi fenomeni della fisica. Così non hanno assoluto valore, nè diritto a privilegio, le leggi generali della fisica. Il meccanicismo fu utile, storicamente, in un primo momento, per sottrarre la scienza alle concezioni teologiche o animistiche, ma è finito anch'esso per diventare una specie di mitologia: i concetti meccanici sono legittimi solo nell'ordine dei fatti meccanici, ma fuori di questo campo la loro estensione è arbitraria. « Il fine della fisica è di stabilire rapporti funzionali tra gli elementi dell'esperienza; ogni altro fine, come quello che le è comunemente assegnato, di ricercare le cause dei fenomeni, è un residuo della vecchia concezione animistica » (1). Nella natura non vi sono cause ed effetti, perchè essa non si ripete; siamo noi che, fra i fatti, isoliamo quelli che più c'interessano per fini pratici. La scienza futura deve eliminare i concetti di causa ed effetto, sostituendoli con l'idea di « funzione matematica ». Quindi tutte le scienze, e perciò la scienza in generale, attraverso i loro schemi, principî e concetti mirano, con maggiore o minore resultato, alla « massima economia possibile delle operazioni intellettuali ». Fra tutte le scienze quelle che hanno il maggior valore economico sono la fisica, per la semplicità delle sue formule funzionali, e la matematica che meglio di tutte realizza la massima economia. Ma in questo processo di sempre maggior risparmio di fatica del pensiero sta anche il difetto delle

(1) Aliotta A. *Art. cit.* l. c. p. 133.

scienze, che in tal guisa perdono via via sempre più la loro obbiettività, allontanandosi dalla complessa realtà dei fatti: la quale realtà viene impoverita, ischeletrita, resa astratta (1).

Qual'è il merito ed il valore della dottrina del Mach? Il merito è quello di aver svegliato gli scienziati dal loro sonno dogmatico e di aver avviato un salutare movimento di revisione critica della scienza (2); il valore però è piuttosto negativo anzichè positivo, poichè mentre distrugge il vecchio meccanismo mitologico, come egli dice, sostituisce ad esso un'altra mitologia, cioè quella sensoriale (3). Ed anche questa sua teoria è frutto di astrazione e di analisi, in quanto l'A. non s'accorge che elimiminando alcuni principî o concetti fondamentali ve ne sostituisce altri, quali p. es. le *relazioni funzionali*, la *stabilità dei rapporti*, il *fine economico* ecc. E mentre dice di voler stare ai puri dati sensoriali, alle intuizioni sensibili, non s'accorge che la sua stessa concezione della scienza è frutto di riflessione astratta e poggia nè più e nè meno che su concetti. E mentre mirava a combattere il razionalismo e la metafisica, a dispetto del suo empirismo puro, anch'egli, senz'avvedersene, è finito razionalista.

---

(1) Se potessimo avere una memoria straordinaria dei fatti, dice l'A., non avremmo più bisogno di inquadrare la realtà in schemi logici, che son fatti solo per nostro uso e consumo.

(2) Che in Francia si è tanto sviluppato, specialmente per opera del Poncairé, del Milhaud, del Duhem ecc.

(3) Tutto è ridotto ad elementi sensoriali: sostanza, causa, tempo, spazio, movimento ecc.; tutto è ridotto a qualità sensibili, cioè a qualità secondarie, come il suono, il colore, il sapore, l'odore. La scienza non ci dà verità alcuna e nemmeno realtà alcuna, perchè i rapporti o schemi che noi vi poniamo non hanno altro scopo che quello pratico o economico.

6. — Da molti lati, in questi ultimi tempi, è stata attaccata la concezione meccanica della fisica teorica; e mentre i supremi principî dell'energia (Mayer) parvero, nei primi momenti, una conferma della teoria meccanica (come credettero il Clausius, l'Helmholtz, il Thomson), le esperienze posteriori mostrarono che tale interpretazione non era del tutto legittima. Infatti l'energia cinetica, come fondamento di tutte le altre, non fu accettata, perchè l'equivalenza di tutte le forme di energia non ci autorizza a ridurre una di queste forme all'altra, ma le pone tutte sullo stesso livello (osservò così l'Ostwald). Colle esperienze poi del Carnot, sulla irreversibilità dell'energia termica in quella cinetica (e per il principio della degradazione dell'energia), la concezione meccanica subì un altro forte colpo, e a cercar allora di salvarla intervenne l'Ostwald, con un'altra concezione, detta *teoria energetica,* che parte da un concetto dinamico della realtà tutta, come del resto avevano sostenuto, a modo proprio, prima Leibnitz, poi il Rankine e lo Spencer.

Per liberare la fisica dallo schematismo astratto di masse, movimenti, forze ecc., si era voluto ridurre tutti questi concetti ad una proprietà più generale dei fatti fisici, cioè all'*energia,* causa comune di cangiamenti; le leggi di essa avrebbero perciò dovuto costituire i principî fondamentali della nuova teoria fisica. Venuto l'Ostwald, spinse le sue vedute alle conseguenze estreme: secondo lui « il concetto di energia non solo ci dà il modo di sistemare l'esperienza del mondo esterno, ma ci fa anche penetrare nel più profondo della coscienza umana, illuminando anche della sua luce, le sfere più alte dello spirito (fin l'arte e la moralità). Pur partito dall'atomismo, giunse lentamente a questa nuova teoria, prima fermandosi sulle sostanze *(materia* ed *energia)*

e infine giungendo a mettersi contro l'atomismo, per ridurre tutto ad energia, e proclamando, in un suo scritto del 1895, la sconfitta del materialismo scientifico. La conclusione della sua teoria è che « la materia esiste solo nel pensiero: il reale, ciò che agisce su noi, è solo l'energia ». Bisogna bandire tutte le ipotesi figurative e le anologie con la meccanica, e ridurre tutte le leggi dei fenomeni alle leggi delle corrispondenti specie di energia (1).

Questa sua concezione energetica è nettamente esposta nell'opera « *Lezioni sulla filosofia della natura* » (Lipsia, 1902). In essa dimostra inoltre le sue affinità, o meglio l'influsso recente del Mach, perché anch'egli riduce l'ufficio della scienza a non ricercare le cause dei fenomeni o la spiegazione degli enigmi dell'universo, ma al semplice intendimento dei fenomeni per sè presi, eliminando ogni ipotesi, e fermandosi alla sola e genuina esperienza, senza immagini o modelli prestabiliti (e che di solito si sogliono mutuare dalla meccanica). Egli propugna l'uso delle formule, ma non delle ipotesi; quindi esclude tutti i modelli intuitivi o immagini fisiche, e ammette solo i numeri e i segni algebrici. Questo, secondo lui, è il vero metodo scientifico. Inoltre la scienza e la filosofia debbono costruirsi con materiali provati o almeno verificabili, fondandosi esclusivamente sull'esperienza, la quale è ciò che è vissuto immediatamente. Ma poiché non v'è distinzione vera tra mondo esterno e mondo interno, il pensiero umano deve cercare di adattarsi sempre più ai dati dell'esperienza, cercando di constatare i fatti, senza escogitare ragioni più o meno metafisiche. Non esiste quindi nes-

---

(1) Cfr. Aliotta A. *G. Ostwald.* In « *La cultura filosofica* », Anno II, 1908, n. 7, p. 303 e segg.

suna necessità logica, ed è inutile ricercarne la ragione: la stessa causa è un risultato pratico dei nostri sforzi per inquadrare l'esperienza e prevedere il futuro. La legge di causalità, anzi, è identica in fondo a quella della trasformazione e conservazione dell'energia. Del resto quel che c'interessa di sapere, secondo l'Ostwald, non è se le leggi del pensiero siano o no necessarie, ma se i concetti e i principî logici siano appropriati ad esporre l'insieme dei fatti. E poichè, a parte quello di causa, il concetto più universale che si postula continuamente sotto tutti i fenomeni è quello di sostanza, esso può e deve essere sostituito dal concetto di *energia*, che meglio spiega il mondo esterno ed interno, e cioè indistintamente tutti i fenomeni (fisici, biologici, psichici).

Concludendo, l'Ostwald segue Mach solo per l'ufficio che attribuisce alla scienza, e cioè di ridursi « all'enunciazione dei puri rapporti matematici tra i fenomeni dell'esperienza; ma si allontana da Mach, quando al posto delle sensazioni pone come sostanza universale di esse l'energia (1) », introducendo così metafisicamente una nuova ipotesi, laddove credeva di averle eliminate tutte (2).

---

(1) ALIOTTA A. *Art. cit.* l. c. p. 306.

(2) Molte sarebbero le obiezioni da fare a una simile teoria (tanto più che essa non ci spiegherebbe nè le qualità sensibili da un lato, nè le diverse *forme* di energia, nè infine il mondo dello spirito sempre nuovo e sempre *libero*); perciò le rimandiamo senz'altro, e concludiamo che anche questa teoria, illudendosi di restare sulla e nella esperienza, non ci spiega affatto esaurientemente le stesse diverse forme di esperienza, e quindi non giustifica la scienza, perchè l'unica *verità* (l'energia) è essa stessa una ipotesi concettuale.

CAP. II.

Le teorie sulla scienza in Francia e in Italia.

1. — Se da un lato vedremo riprendere e approfondire la critica della scienza da matematici e fisici quali il Milhaud, il Duhem, il Poincaré ecc., dall'altro vediamo svolgersi, contemporaneamente e sullo stesso piano — ma nel campo piuttosto della vera e propria filosofia — un duplice indirizzo, che sbocca a conclusioni presso che affini, per ciò che riguarda la teoria della conoscenza e la scienza stessa, e cioè il contingentismo francese e il pragmatismo anglo-americano.

La filosofia della contingenza fa capo ad Emilio Boutroux (1845-1921), che esordì colla tesi « *Della contingenza delle leggi della natura* » (1874), rifatta ed ampliata nel 1894. Scrisse molte altre opere, ma il motivo principale che a noi interessa è questo nuovo punto di vista da cui egli si mette, e cioè il punto di vista della libertà creatrice dello spirito: le scienze non ci danno una rappresentazione sintetica e vera della realtà, perchè l'oggetto di ciascuna scienza è un solo punto di vista della realtà, nè è riducibile interamente agli altri. Quindi ha torto il positivismo o naturalismo determinista (come anche il finalismo spiritualista), che vuol tutto spiegare mediante questa o quella serie di cause. Sfuma quindi l'idea di *legge naturale* rigida ed applicabile alle scienze: essa è un'astrazione il cui primo tipo è visibile nella pura formalità della scienza logica, poi in quella matematica, quindi in tutte le altre scienze:

meccaniche, fisiche, chimiche, biologiche, psicologiche e sociologiche, nella complessità crescente delle quali la realtà viene invece via via sempre più a sfuggire a questo schema mentale di una legge fissa e determinata.

In conclusione, nessuna scienza raggiunge adeguatamente il suo oggetto; le scienze particolari sono punti di vista unilaterali, approssimativi, non coincidenti con la realtà viva e complessa. Quindi i metodi scientifici non sono falsi o sbagliati, ma valgono limitatamente, e, anche se applicati rigorosamente, lascian fuori sempre quel qualcosa che è poi la più importante, e cioè la *concretezza* [della realtà]. La scienza è un'invenzione, una creazione dello spirito, un volontario e intelligente adattarsi del pensiero alle cose e delle cose al pensiero. Non creazione arbitraria e cieca, ma determinata da un motivo profondamente razionale: la ricerca dell'ideale nel reale. La scienza e le sue leggi sono giustificate appunto dal trovare applicazione nell'esperienza. E lo spirito, proprio a causa della sua libertà, è il creatore di tutte le categorie, ipotesi, assiomi e definizioni delle scienze (1).

Al Boutroux si riallaccia direttamente, per non parlare che dei più grandi, Enrico Bergson (nato il 1859 a Parigi) che ha sviluppato la filosofia del maestro, fondando quella che oggi si suol chiamare la filosofia dell'*intuizione*. Il Boutroux si era fermato all'indeterminismo, il suo discepolo passa, gradatamente, ma nettamente al concetto di una vera e propria libertà creatrice. Studioso a principio di scienze matematiche, si è trovato a vivere in un periodo in cui l'opera dei critici scienziati ha influito molto sul suo spirito, stimolando le meravigliose facoltà analitiche e sintetiche del suo in-

(1) Cfr. Carlini A. *Op. cit.* pp. 134-142.

telletto filosofico. Ha scritto molte opere: *Saggio sui dati immediati della coscienza* (1889); *Materia e memoria* (1896); l'*Evoluzione creatrice* (1907), ecc. Egli, in sostanza, ammette due specie di conoscenza: una *relativa*, che si aggira esteriormente intorno alle cose, alla realtà, cercando di coglierla mediante simboli più o meno adeguati ad essa; l'altra *assoluta*, che si piazza nell'interno della stessa realtà, senza collocarsi da nessun punto di vista esteriore e senza bisogno di simboli. La prima è analitica, e non è capace di darci l'individualità concreta, l'altra invece è sintetica, e ci offre la realtà nella sua attualità, ed è quella che costituisce l'*intuizione pura*. Quindi la scienza cerca invano di afferrare, colle sue categorie, la realtà: la scienza, orientata verso l'azione, non ritiene e non ferma delle cose altro che il semplice aspetto statico, l'aspetto della *ripetizione* cioè. Quindi, l'intelletto, astrattistico di sua natura, non è adatto a comprendere la vita della realtà; strumento dell'azione, esso eccelle nelle costruzioni meccaniche e nel determinismo geometrico (1). La vera conoscenza è quella intuitiva, perchè la realtà è in continua *evoluzione creatrice*, comprensibile veramente, non dalla scienza, ma da quello *slancio vitale* con cui tutto lo spirito può immergersi e unificarsi, mediante l'intuizione pura, colla realtà vivente e sempre nuova. In conclusione, la realtà non può esser conosciuta ma vissuta.

Questa filosofia francese, ricca di motivi diciam così lirici, ha influito su moltissimi filosofi e scienziati, dopo essere stata essa stessa alimentata e scossa dalla critica della scienza. Noi non possiamo dilungarci su questo importante movimento contemporaneo, e notiamo sol-

---

(1) Cfr. CARLINI, *Op. cit.*, pp. 147-160.

tanto, fra i molti, Edoardo Le Roy (nato il 1870), il quale però ha tentato di amalgamare le dottrine dei suoi maestri con altre dottrine estranee a quelle francesi, e specialmente col pragmatismo. Egli giunge a questa conclusione: che lo scienziato non solo crea egli stesso la legge, ma crea anche il *fatto*, in vista di scopi pratici.

Un altro grande francese contemporaneo, Maurizio Blondel, propugna (nel suo libro intitolato l'*Action*) l'azione etica come mezzo di penetrazione della realtà.

Così scorgiamo l'interferirsi delle diverse correnti filosofiche che menano su per giù a conclusioni analoghe, svalutando — chi più e chi meno — il valore assoluto della scienza intesa nel senso tradizionale. E come è lotta contro l'intellettualismo tutta la fisolofia francese della contingenza, è parimenti lotta antintellettualistica il pragmatismo anglo americano, il quale ha avuto grande fortuna e diffusione. L'inizio di esso si può far risalire all'americano C. S. Peirce (nato il 1839); ma la formulazione di questa dottrina si deve piuttosto a W. James (1842-1910), il quale l'annunciò chiaramente nel suo discorso: « *Il metodo pragmatista* »; ma l'opera più interessante di lui, a tal proposito, è il *Pragmatismo* (1908), in cui l'esposizione della dottrina è in forma facile e piuttosto popolare. Un vero svolgimento sistematico invece è stato tentato dal Dewey (nato il 1859), che è il pragmatista oggi più autorevole, e da F. C. S. Schiller (nato il 1864), che l'ha svolto nei suoi « *Studi sull'umanismo* », pubblicati nel 1907. Il nocciolo del pragmatismo è in ciò: che la conoscenza, cioè, mira a uno scopo pratico, all'azione. Il *vero* e il *falso* acquista significato solo di fronte ai risultati pratici. I pragmatisti hanno rincarato la dose della critica fatta dal contingentismo francese; han dimostrato che l'unico valore della scienza è nel *criterio pratico*: anche per essi è impossibile va-

lutare le costruzioni scientifiche con un criterio puramente concettuale o teoretico (come se si mirasse alla verità in sè delle cose che si studiano); secondo essi, noi raccogliamo in quei simboli, che sono i concetti o le leggi naturali, il risultato delle nostre esperienze passate, soltanto per servircene nella nostra azione o esperienza futura.

2. — È comune, come abbiamo visto, a tutti questi indirizzi la critica contro il valore obbiettivo delle leggi e delle teorie scientifiche, mettendo in evidenza che il concetto impoverisce e non arricchisce la conoscenza. In diretta connessione con questa dottrina critica della scienza troviamo un gruppo di scienziati francesi: Milhaud, Duhem, Poincaré, i quali hanno fra loro moltissimi punti di contatto. Essi si posero sulla stessa strada segnata dal contingentismo del Boutroux, e, mentre giunsero in un primo momento a negare assolutamente ogni valore oggettivo alla scienza, in un secondo momento invece rielaborarono le loro dottrine trasformandole alquanto, riuscendo, per quanto mostrino molte differenze, a questa conclusione (insieme con Mach, Ostwald e Pearson): che il fine della scienza non è di ordine speculativo ma pratico; e, attraverso un'analisi critica della fisica e della matematica, hanno finito col dire che colla scienza non si fa altro che introdurre nella realtà un simbolismo che ha un valore convenzionale. In tal guisa ciò che acquista il valore maggiore è l'attività spontanea e libera del nostro spirito, che ordina la realtà in vista dei suoi propri fini: la realtà non è più qualcosa che deve esser *letta*, ma costruita.

Gastone Milhaud (1858-1918) si riallaccia più direttamente al Boutroux; egli, nelle sue opere, mette in evidenza il valore limitato che ha nelle scienze il con-

cetto di *dimostrazione:* dimostrare veramente — egli dice — vuol dire stabilire che affermare il contrario è una contradizione; ciò intanto è assolutamente impossibile per ciò che riguarda il mondo dei fatti. L'autore crede così di smontare la logica formale e la posizione del pensiero scientifico. Dalla sua critica negativa risulta che la certezza logica non può includere i fatti dell'esperienza, nessuno dei quali vi si attaglia esattamente. Sfuma così anche la scienza che pretende di determinare con rigore logico le sue proposizioni, essa non può essere una copia delle cose; non resta che concludere essere la certezza e la verità non altro che una creazione del pensiero stesso: ma è una creazione arbitraria, con cui non si fa altro che una specie di falsificazione utile del reale. In questa teoria, che pare inclinare verso un idealismo bello e buono, resta invece un carattere e un fondo eminentemente empiristico, perchè, in ultima analisi, la scienza è costruita solo in vista di uno scopo utilitario e in corrispondenza di una verità o realtà naturalistica, pur negando di esser copia della realtà, ma senza riuscire a darci — questa stessa costruzione — nè tutta nè la vera realtà, cioè la *verità.*

Verso questa stessa tendenza empiristica è orientato Arturo Hannequin, il quale in un *Saggio critico sull'ipotesi degli atomi,* sostiene che l'atomismo fisico non è imposto alla scienza dalla realtà, ma dal nostro metodo e dalla natura stessa della nostra conoscenza. Per lui, se il pensiero deve comprendere le cose, è soprattutto necessario che queste si adattino al pensiero stesso. Come si vede, l'autore, non volendo giungere agli estremi, si ferma a metà strada (1).

Ma più importante dei precedenti è il famoso fisico

(1) Cfr. De Ruggiero, *Op. cit.*, vol. I, pp. 192-197 e segg.

Pietro Duhem (1861-1916), per il quale una teoria fisica non è una spiegazione, ma una costruzione simbolica del nostro spirito, destinata tuttavia a dare una rappresentazione sintetica, compiuta, semplice e logica, quanto è possibile, delle leggi e dei fatti sperimentali: una classificazione, infine, comoda di essi, non una spiegazione » (1). Nel Duhem si può osservare il punto di confluenza dell'empirio-criticismo germanico da un lato e del pragmatismo anglo-americano dall'altro. Pur avendo studiato e ampiamente indagato sul procedimento della stessa scienza che professava, il Duhem non si è sollevato troppo al di sopra di un intelligente empirismo (2).

Finalmente veniamo a parlare del più famoso di questi scienziati francesi, rientrante nel medesimo indirizzo critico: cioè di Enrico **Poincaré.** Nato a Nancy

---

(1) Carlini A., *Op. cit.,* vol. III, pp. 144-145.

(2) Per il Duhem una teoria fisica, ripetiamolo, non è che un sistema di proposizioni matematiche, dedotte da un piccolo numero di principî, che hanno per fine di rappresentare, per quanto è possibile, semplicemente ed esattamente un insieme di leggi sperimentali. Queste ultime sono a lor volta una economia del dato sensibile: quindi lo spirito umano, col condensare le leggi sperimentali in teorie, raddoppia l'economia già realizzata nella sostituzione delle leggi ai fatti concreti. Lo scopo di questa economia è quello di un più facile e sicuro possesso delle leggi e dei fatti una volta aggruppati e sistemati. Ma una teoria, anche se in tal maniera non può pretendere alla verità (perchè non è possibile parlar di verità dove non si tratta che di economia pura e semplice), è ben lungi dal mero arbitrio: man mano che si va perfezionando, la teoria fisica assume il carattere di una classificaione naturale dei fatti, e i raggruppamenti che essa stabilisce lasciano allora intravedere le affinità reali delle cose (P. Duhem, *La théorie physique,* Paris, 1906, pp. 31-43).

il 1854 — morto il 1912 — è stato un celebre matematico e uno scrittore suggestivo. Non è nostro compito esaminare quali questioni e quali problemi egli abbia trattato sulle scienze matematiche e fisiche e quale notevole contributo abbia portato in questi studi (1). Il suo genio, nelle discussioni matematiche, si è distinto anche per la meravigliosa facoltà di generalizzazione. Egli quindi non si è contentato di abbracciare con la sua opera puramente tecnica l'insieme dei problemi matematici e fisici che si presentavano ai suoi contemporanei; ma ha voluto offrire il senso delicato ed esatto delle vere condizioni e dei risultati delle ricerche scientifiche, occupandosi perciò anche di filosofia. Le opere fondamentali del Poincaré sono quattro: *La science et l'ypothèse; La valeur de la science; Science et méthode; Dernières pensée*. Nella prima, il Poincaré rende popolari le ricerche compiute intorno alla revisione dei principi della scienza; in essa riunisce i risultati dei suoi studi sulla logica delle scienze matematiche e fisiche; nella seconda opera, l'A. ricerca qual'è il valore obbiettivo della scienza, contro i detrattori di essa, i quali la credono un cumolo di ipotesi arbitrarie, incapace di farci conoscere nulla addirittura della realtà; nella terza, riunisce tutti gli studi riferentisi alla metodologia scientifica, che deve essere a base sperimentale ma con accurata scelta di ciò che è degno di osservazione; nella quarta, sono raccolti gli ultimi scritti dell'A., in cima

---

(1) Ricordiamo soltanto che in Algebra e in Aritmetica ha introdotto il nuovo concetto degl'*invarianti aritmetici*, ed ha scoperto le così dette *funzioni fucksiane*, che permettono di risolvere tutte le equazioni differenziali lineari con coefficienti algebrici.

ai quali è la comunicazione (fatta al Congresso filosofico di Bologna, il 1911) *« L'evolution des lois »* (1).

Di fronte al concetto tradizionale della scienza, che ci offriva la verità bella e fatta deduttivamente, e attraverso l'analisi del ragionamento matematico il Poincaré riesce ad affermare l'attività creatrice dello spirito pensante, la quale si esplica liberamente in qualsiasi direzione: nel determinare la certezza scientifica o nella creazione dei simboli. Sappiamo la necessità di ammettere, in qualunque ricerca scientifica, dei principî, delle definizioni, in altri termini dei concetti assunti liberamente, sui quali poggia tutto l'edifizio scientifico e tutto il conseguente rigore e certezza delle verità tanto logiche quanto scientifiche: questi concetti non sono altro che simboli, ma non come puro prodotto della fantasia: essi dimostrano invece la potenza creatrice dello spirito. E come per la matematica, anche per la geometria il Poincaré partendo dalla crilica degli *assiomi* geometrici, giunge a mostrare come si possa costruire una geometria non euclidea, basandosi su una serie di proposizioni rigorosamente legate le une alle altre — alla stessa guisa che nella geometria ordinaria — deducendole da postulati diversi da quelli ordinarî.

Per ciò che riguarda la parte convenzionale che contengono le leggi scientifiche, egli si riallaccia a Boutroux, ma va più oltre di lui. Infatti le geometrie non euclidee conducono il nostro autore alle sue prime riflessioni filosofiche. Egli si accorse che i suoi lavori di analisi matematica gli davano modo di gettare nuova luce sull'antica questione del postulato euclideo, tuttora discusso. È noto che Euclide basava la sua geometria su

(1) Cfr. FORNARO G., *Henri Poincaré*, in « *Logos* », Rivista internazionale, Anno VI, fasc. 2-3 (1923).

tre specie di proposizioni: 1°) le *definizioni* del punto, della retta e della superficie; 2°) i *postulati*, che rendono possibile effettuare certe costruzioni primitive, a cui si riconducono tutte le altre; 3°) gli *assiomi*, che si applicano a tutte le scienze matematiche. Ora, tra i postulati di Euclide è famoso il quinto, sul quale si accesero vive dispute (1), fino al trionfo delle geometrie non-euclidee, le quali derivano dai falliti tentativi di dimostrare quel postulato. Il Poincaré espose la sua propria teoria appunto in seguito alle discussioni ed alle polemiche che egli ebbe col Couturat e col Russell, col Le Roy e col Lalande. Egli concluse che le ipotesi che sono a base

---

(1) Questo postulato detto anche *delle parallele*, suona ad un dipresso così: « per un punto si può tirare una sola parallela ad una linea data ». La non riuscita dei numerosi tentativi fatti per dedurre direttamente l'assioma delle parallele dagli altri, indusse i matematici Gauss, Lobatchewsky e Bolyaï ad applicare un metodo più ardito, una specie di dimostrazione indiretta per assurdo. Conclusero poi che esso era logicamente indipendente dagli altri ed essenziale per il sistema euclideo; e dimostrarono la possibilità di concepire altre geometrie (non-euclidee) logicamente deducibili da alcune premesse o postulati, visto che nemmeno quelli euclidei possono essere dimostrati sperimentalmente. Quindi tutte le geometrie possono essere valide, anche quelle a n dimensioni.

A questi matematici si aggiunsero in seguito il Riemann e l'Helmholtz, i quali dimostrarono anch'essi come la possibilità di concepire altre geometrie confermi l'origine empirica degli assiomi. La polemica, così, si accese tra gli empiristi e i neokantiani, per ciò che riguarda la possibilità o meno di rappresentarsi intuitivamente lo spazio a più dimensioni. Alla polemica e alle discussioni presero parte molti matematici, chi pro e chi contro: il Calinon, il Lechalas, il Russell, lo Stallo, il Couturat ecc.

della geometria non sono nè *fatti* o dati *sperimentali*, nè *giudizi analitici*, nè *giudizi sintetici a priori*. La geometria è solamente lo studio di un *gruppo*, e in questo senso si potrebbe dire che la verità della Geometria euclidea non è incompatibile con quella p. es. del Lobatchewsky, poiché l'esistenza di un gruppo non è incompatibile con quella di un altro gruppo. Fra tutti i gruppi possibili noi abbiamo scelto un gruppo particolare, per riferire ad esso i fenomeni fisici, come scegliamo le assi di coordinate per riferire ad esse una figura geometrica. Ciò che ha determinato questa scelta è, in primo luogo, la semplicità del gruppo scelto, in secondo luogo perchè vediamo che nella natura esistono dei corpi notevoli, detti solidi, i cui diversi movimenti sono presso a poco legati dalle stesse relazioni che intercedono tra le diverse operazioni del gruppo scelto.

Così le ipotesi fondamentali della geometria non sono fatti sperimentali, ma sono state scelte fra tutte quelle possibili, proprio a causa delle osservazioni dei fenomeni fisici. Sicchè questa scelta è guidata dal criterio della semplicità e comodità, e quindi è fatta in vista del miglior accordo coi problemi di fisica generale o con altre vedute e teorie. Il che non implica verità o falsità di questa o quella geometria, ma soltanto maggiore o minore comodità (come p. es. avviene pel sistema metrico decimale).

Partendo da questa conclusione il Poincaré, giunse facilmente alla teoria generale che la conoscenza, la scienza, ha dunque questo carattere di *convenzionalità*, in vista di un fine *pratico*. Ma accanto a questa idea del carattere convenzionale delle scienze (esteso a tutte, appunto partendo dalla geometria), il Poincaré mette in evidenza l'idea della *libertà costruttiva* dello spirito. Questa attività libera si nota in tutte le scienze, ma

soprattutto nella matematica, ove il *possibile* e il *necessario* sono sinomini. Ma bisogna aggiungere che se la costruzione è libera, e perciò convenzionale, quest'ultima idea non è la stessa cosa che il puro *arbitrio*. Si può distinguere una convenzione *necessaria* da una gratuita, o meglio non indispensabile (e questa a sua volta si può distinguere in spontanea e riflessa, arbitraria e giustificata). Una convenzione è necessaria, se è la condizione *sine qua non* di uno studio, di una ricerca qualsiasi, come sarebbe quella p. es. di rispettare il principio di contradizione nelle discussioni.

Tuttavia il Poincaré non può giustificare logicamente il valore della convenzione necessaria, e la sua resta sempre una scelta arbitraria, anche se più semplice e più comoda. Ma dove è, dunque, la verità delle scienze e l'essenza stessa della realtà? Se la scelta è una convenzione, ed è quindi un arbitrio pratico dello scienziato, noi giungiamo ad una specie di scetticismo finale per ciò che riguarda la conoscenza in generale e anche quella delle singole scienze. Infatti dice in un punto il Poincaré: « noi non abbiamo altra ragione di credere all'esistenza degli oggetti materiali. Anche questa non è che un' ipotesi comoda » ; ma aggiunge poi : « solamente, la comodità di tale ipotesi non cesserà mai » (1). In conclusione, il Poincaré resta tuttavia attaccato all'empirismo, perchè nella scienza non vede altro che il fatto bruto dell'esperienza comune, tradotto in un linguaggio più comodo. Ma questa traduzione è convezionale, e nel tessuto delle relazioni tra i fatti empirici, la scienza sceglie quelle che tornano più utili allo scopo della ricerca. Noi applichiamo alla natura un simbolismo che meglio ci giova, ma la natura è fuori dei nostri

---

(1) Poincaré H., *La science et l' ypot.*, p. 246.

schemi. Però se la scienza traduce nel proprio linguaggio la realtà naturale, ci deve essere un elemento invariabile fra l'una e l'altra: e questo è costituito dalle *relazioni tra i fatti bruti*, la cui obbiettività non viene posta in dubbio, e il carattere convenzionale ed arbitrario della scienza si limita alla semplice elaborazione e traduzione di questi rapporti (1).

Questa dottrina, che è stata perciò detta anche *dottrina delle relazioni* (comune oltre che al Poincaré anche al Milhaud e al Duhem), si limita, come si è visto, alla constatazione dei soli rapporti tra i fenomeni, ma non investe affatto il problema filosofico della scienza, quello cioè del significato e del valore delle relazioni tra i fatti, siano essi dell'esperienza comune che di quella scientifica. Un tal problema è semplicemente presupposto, cioè è presupposto il carattere intelligibile delle relazioni sperimentali. Per la qual ragione non ci dà una dottrina della scienza ma la presuppone. La scienza tuttavia, per lui, non è soggettiva; ed il vero criterio di oggettività del sapere è riposto nelle relazioni, che sono esse stesse la vera realtà. È evitato così lo scetticismo, ma è anche affermato in tal guisa un dommatismo, che per giunta resta aderente all'empirismo.

3. — Tralasciando, purtroppo per necessità, altri indirizzi più o meno affini o più o meno secondarî, sia nel campo della filosofia sia nel campo delle scienze fisiche e matematiche (2), veniamo finalmente ad accen-

---

(1) De Ruggiero, *Op. cit.*, p. 199 e segg.

(2) Per mancanza di spazio non possiamo occuparci della filosofia dei valori, del neo-hegelianismo inglese, del neo realismo, e poi della nuova teoria delle matematiche pure, della nuova fisica delle qualità ecc.

nare brevemente all'indirizzo neo-idealistico che conta seguaci, oltre che in Inghilterra e in Francia, soprattutto in Italia, in cui i più grandi rappresentanti sono il *Croce* e il *Gentile* (1).

Benedetto **Croce** (nato nel 1866), fondatore fin dal 1903 della indipendente e battagliera rivista «La Critica», si è formato attraverso gli studî storici e letterarî, ma è prestissimo pervenuto alla filosofia per aver pubblicato, già nel 1900, dei saggi sul *Materialismo storico* e poi nel 1902 l'*Estetica,* nonchè altre memorie sul concetto della storia. Nei successivi anni andò maturando ed elaborando la sua dottrina filosofica, che raccolse, come ognuno sa, nei quattro volumi della *Filosofia dello spirito* e cioè: l'*Estetica,* la *Logica,* la *Filosofia della pratica*, la *Teoria e Storia della storiografia*, all'infuori di altri volumi dei *Saggi filosofici,* dei *Frammenti di Etica* ecc. (2). Pensatore di grande chiarezza e di vastissima cultura, egli si riallaccia alle tradizioni più pure del pensiero italiano, al Vico e al De Sanctis, i quali hanno dato l'orientamento e l'intonazione fondamentale al pensiero di lui. Per quanto partito dall'idealismo di Hegel, egli seppe prestissimo staccarsi dal filosofo tedesco e prendere una posizione personale, pubblicando per tempo un saggio su *Ciò che è vivo e ciò che è morto nella filosofia di Hegel.*

(1) Entrambi instancabili, fecondi e profondi pensatori, nonchè iniziatori e suscitatori di un vasto movimento filosofico che ha avuto e ha tuttora larga risonanza in tutta la penisola. Benemeriti entrambi della cultura italiana in questo primo ventennio, sono — salvo alcune differenze — seguaci ed anzi, si potrebbe dire, instauratori dell'idealismo moderno.

(2) Tralascio di citare gl'importanti volumi sulla *Letteratura della nuova Italia* e tutte le altre preziose opere di critica storica e letteraria.

Noi non possiamo pur troppo fermarci sui gradi dello svolgimento spirituale del Croce, nè occuparci partitamente delle parti della sua filosofia (quella *teoretica* e quella *pratica*) (1).

Tratteniamoci soltanto sulla *Logica*, e intanto osserviamo — giacchè è quello che c'interessa — la sua teoria intorno alla scienza. Prima di tutto è bene ricordare che il Croce ammira Hegel soprattutto per la scoperta della dialettica degli *opposti* (bene e male, vero e falso ecc.), ma lo critica per avere abusato di questo processo e di aver esteso la dialettica dagli opposti ai *distinti*, cioè alle forme spirituali che Croce conserva colla denominazione di *forma teoretica* e *forma pratica* (per es.: non v'è sintesi totale tra *vero* e *bene*, *falso* e *male* ecc.), fondando così la dialettica dei *distinti*, in cui quelle forme possono armonizzarsi ma non fondersi o identificarsi. Conservando due forme fondamentali dello spirito, distingue però, nell'interno di ciascuna, due classi subordinate, e cioè l'intuizione e il concetto

(1) Accenneremo soltanto che nell'*Estetica* egli determina la prima forma dello spirito come *pura intuizione*, delineando chiaramente il *carattere lirico* dell'arte; nella *Logica* egli svolge l'altra forma dello spirito teoretico, che è quella del *concetto puro*, che abbraccia il pensiero propriamente detto, cioè riflesso e concettuale; nella *Filosofia della pratica*, sviluppa la seconda forma dello spirito, che si rivolge non solo all'etica ma anche all'economia; infine nella *Storiografia* egli riassume o meglio sintetizza l'essenza stessa della filosofia, che viene ridotta a *metodologia* o critica storiografica, « a un momento cioè del pensiero pensante in cui deve vivere e operare », e viceversa « tutta la storia della storiografia assume il valore di una storia della filosofia incentrata nel concetto dell'uomo, del mondo che è il suo mondo e dei suoi bisogni spirituali (Carlini A., *Op. cit.* Vol. III, pp. 226-227) ».

nella forma teoretica (trattate nell'Estetica e nella Logica), l'economia e l'etica nella forma dello spirito pratico, tutte concepite però come implicantisi, non separate. La vita spirituale è costituita dal passaggio dell'una nell'altra forma.

Il secondo momento ideale dello spirito teoretico (giacchè il primo è costituito dall'arte-intuizione) è costituito dal pensiero logico, cioè dal concetto. Questo riguarda l'universale, nello stesso tempo che abbraccia anche l'individuale — grazie alla dialettica dei distinti —; ma per ciò stesso è anche giudizio, che può essere ed è, da un lato, sintetico a priori (perchè universale individuale, e perciò intuitivo) e dall'altro, giudizio storico, in quanto è anche creatore di realtà spirituale, che è poi tutta la realtà. Quindi l'unica e vera scienza è quella che coglie la realtà storica, la realtà spirituale: e questa non può essere che la filosofia, e, per essa, la storia pensata filosoficamente. La vera scienza è quella che si fonda sul *concetto puro*; non sono vere scienze quelle fondate su *pseudo-concetti*: queste ultime sono proprio quelle che si chiamano scienze empiriche, le quali sono fondate sul giudizio ***classificatorio*** e non ci possono perciò dare vere conoscenze ma ***schemi pratici***. Certo, lo spunto a questa teoria crociana delle scienze naturali è venuto dai filosofi dell'empirio-criticismo, in quanto fondatori della teoria economica della scienza; ma non v'è che lo spunto, ripeto, mentre la dottrina del Croce poggia, sia pur con colorito pragmatistico, sulla stessa concezione dei *distinti*, e quindi dei concetti puri e degli pseudo-concetti. Vediamo come.

Innanzi tutto eliminiamo il pregiudizio che la Logica del Croce debba intendersi come « una vivace requisitoria contro la Scienza »; essa è invece (e su ciò insiste lo stesso autore) « ***una rivendicazione della serietà del***

pensiero logico, di fronte non solo all'empirismo e all'astrattismo, ma anche alle dottrine intuizionistiche, mistiche e prammatistiche, che travolgevano, col positivismo, ogni forma di logicità » (1). Inoltre il distacco che l'Autore compie della filosofia dalla scienza non è « distacco da ciò che nella scienza è verace conoscere, ossia degli elementi storici e reali della scienza, ma solo dalla forma *schematica,* nella quale questi elementi vengono compressi, mutilati, alterati » (2).

Perciò il Croce dichiara che non mira a distruggere la scienza, ma solo la forma di filosofia astratta e antistorica che imperava sulla fine del secolo passato e sugli inizi di questo. Ed ecco come egli ci delinea la concezione delle scienze. Distinte le forme della conoscenza (teorica e pratica) e quindi i concetti puri dagli pseudoconcetti, egli distingue anche due modi di elaborazione pratica delle conoscenze (ossia di formazione degli pseudoconcetti): il *concetto empirico* e il *concetto astratto*, dai quali discendono le due sottoforme, del giudizio *classificatorio* e del giudizio di *numerazione;* sul primo si fondano le scienze naturali, sul secondo le scienze matematiche. Ora, che cosa vuol dire *concetto puro?* Vuol dire concetto ultra e onnirappresentativo, non avente cioè per contenuto questo o quell'elemento rappresentativo, pur abbracciandoli tutti; è cioè *universale* ma non *vuoto,* bensì concreto ed espressivo (quindi i caratteri sono l'universalità, la concretezza e la espressività). Al contrario, gli pseudo-concetti sono delle finzioni concettuali, vuote di rappresentazioni, oppure rappresenta-

(1) Croce B. *Logica.* Bari, Laterza, 1920, p. VI.

(2) Che le scienze matematiche e naturali non ci offrano proprio nessuna specie di *verità* e di *conoscenze* è quello che non persuade ancora molti filosofi.

tive senza universalità. Questi pseudo-concetti o finzioni concettuali, che presiedono alla formazione e costituzione delle scienze empiriche (naturali) e astratte (matematiche) hanno tuttavia una funzione di carattere pratico (sfornite come sono di valore conoscitivo *reale*). Con ciò non vuol dire che gli pseudo-concetti, e, per loro, le scienze che di essi si servono, non abbiano la loro utilità grandissima, sia in senso economico sia di aiuto mnemonico; ma è da escludere che essi ci faccian compiere veri e propri atti di *conoscenza*. Nè con ciò si vuol dire che essi concetti (e perciò esse scienze) c'ingannino, e che apposta ci falsifichino la realtà: niente affatto; essi non hanno nè valore di conoscenza nè di anticonoscenza o falsità, ma semplicemente carattere *pratico*. L'atto del foggiare finzioni concettuali, schemi logici, per inquadrare il mondo naturale o il mondo matematico, non è frutto dello spirito conoscitivo ma di quello pratico, nè perderà mai questo carattere, nè d'altronde è destinato a sparire, perchè mai è destinato a sparire lo spirito pratico. Per la stessa ragione le scienze naturali, in quanto si risolvono in concetti empirici, hanno ed avranno sempre un'indole pratica, e conserveranno anche tutta la loro autonomia. Ma le loro leggi sono anch'esse di carattere empirico, non apodittico; rappresentano descrizioni e codificazioni di una classe di fatti proiettata nel futuro, aventi a base un concetto astratto, un postulato, qual'è l'ingenuo postulato dell'uniformità della natura. Perciò è sbagliato il concetto di *previsione* che si vuol attribuire alle *leggi naturali*: ma con ciò non si vuol negare l'utilità, bensì la *verità* delle previsioni che esse leggi ci dovrebbero fornire. Da una *classe* di fatti passati non è possibile derivare apoditticamente il futuro, perchè sarebbe miracoloso e

profetico: perciò questa previsione costituisce filosoficamente un illusione; ma *praticamente*, e quindi empiricamente, può essere ed è utile ed economica.

Parimenti, le scienze matematiche sono fondate su pseudo-concetti, ma invece di essere empirici e rappresentativi parzialmente, sono del tutto *astratti*, e perciò anch'essi vuoti di realtà. Ma il fine ultimo delle matematiche è pur quello di essere utile, e perciò per mezzo del numerare esse servono alla determinazione del singolo. Quindi la matematica non è scienza filosofica, perchè non si occupa delle *verità*, nè della verità degli oggetti, e non è nemmeno scienza empirica, perchè non si riferisce nè a cose nè a rappresentazioni di esse: quindi è fuori dello spirito teoretico e rientra nelle forme dello spirito pratico, rendendoci utili servigi in questo campo, abbreviando il lavoro e rendendolo più spedito. Ma essa non ci può dare conoscenze di nessun ordine: nè storico, nè filosofico, e cioè nessun vero concetto della realtà.

Così, pel Croce, scienze naturali e scienze matematiche vengono trattate alla stessa stregua, sia che esse abbiano a fare con pure astrazioni o schemi logici, sia che si occupino di rappresentazioni e concetti individuali empirici: sono fuori della filosofia perchè sono fuori dell'ambito dei concetti puri: la scienza *naturale*, perchè ha per oggetto la realtà che non è costante, è uniforme, ma diviene e si trasforma continuamente; la scienza matematica, perchè non rappresenta alcuna realtà, e non mira a ricercare nessuna verità nel senso giusto della parola. Per la qual ragione i concetti scientifici hanno solo un valore pratico, e sono sostenuti dall'opportunità pratica che ci spinge a trascurare le differenze e a guardare come uniforme il difforme, come costante il mutevole.

Lo schema generico è un prodotto dello spirito pratico, che manipola in tal modo la vita concreta per i bisogni dell'azione.

Ma come permangono distinte le due forme dello spirito (teoretico e pratico) senza pericolo che nessuna ne scapiti, perchè s'implicano nella pienezza di tutto lo spirito, così possono coesistere, senza darsi noia, anzi giovandosi reciprocamente, le due specie o forme di scienza e di conoscenza, la teorica e la pratica-utilitaria, conservando però quest'ultima un posto secondario di fronte alla prima, perchè è quella cui solamente compete la ricerca e la conoscenza del vero.

Come si vede, il presupposto della distinzione genera quasi una separazione tra le due forme di conoscenza, scontentando il nostro desiderio o meglio la nostra esigenza di unità totale e senza residui; e si resta pensosi di fronte a questa duplice faccia della realtà e a questa duplice scienza, che, se pur ha vie di comunicazioni e reciproci stimoli, non dovrebbe poter esser considerata l'una come l'aspetto esteriore, inferiore, e diciam pure convenzionale, e l'altra come l'aspetto superiore e realmente *vero* della conoscenza.

Noi non possiamo fare in questo luogo altra critica all'infuori di questo cenno, che vuole essere piuttosto una semplice e rispettosa riserva.

4. — Giovanni **Gentile** (nato il 1875) è il più grande rappresentante contemporaneo dell'idealismo assoluto (o meglio *attualistico*). Collaboratore costante del Croce nella *Critica*, è un pensatore profondo e logicamente coerente come forse nessun altro dei viventi filosofi. Finora, ha scritto anch'egli molte opere importantissime, e s'è occupato soprattutto di questioni veramente e sempre filosofiche (logiche, etiche, religiose, pedago-

giche, politiche); fra le numerose pubblicazioni citiamo soltanto alcune fra quelle di più alto valore e cioè: *La riforma della dialettica hegeliana*; la *Teoria generale dello spirito come atto puro*; il *Sistema di logica come teoria del conoscere* (recentissimo), il *Sommario di pedagogia come scienza filosofica*; i *Discorsi di Religione*, ecc.

Egli supera e risolve qualunque dualismo palese od occulto (tra natura e spirito, tra pensiero e pensato, tra teoria e pratica ecc.) e mostra come il pensiero, e quindi lo spirito, sia l'unica e suprema realtà, anzi tutta la realtà, che non è oggettiva, statica e tanto meno *distinta* in forme o scompartimenti diversi, ma è soggettiva, dinamica, unica e del tutto spirituale. La realtà è costruzione originaria e libera del nostro spirito. E poichè l'Autore ha perciò risoluto, colla medesima coerenza, tutte le scienze nella filosofia, ha più di ogni altro ricevuto l'accusa di essere il demolitore della *scienza*, che, — come dicono gli scienziati — è il patrimonio più prezioso dell'umanità. E se il Gentile non ha trattato espressamente particolari problemi scientifici, e non ha dedicato molte pagine a una speciale dottrina della scienza, cio è in piena armonia col suo sistema filosofico; tuttavia non mancano, in tutte le sue opere, spunti importanti, e soprattutto nel 2° volume, testè pubblicato, del suo *Sistema di Logica*, egli ha scritto pochissime ma belle e suggestive pagine riguardanti la scienza.

Egli dunque dice: « la scienza è matematica o positiva; o costruisce la realtà o la suppone. La costruisce assumendo postulati, che sequestrano colla loro soggettività arbitraria e ingiustificata dalla realtà che rimane intatta dal sapere matematico e però ignota. Come scienza positiva, la scienza comincia dal supporre una

teoria della conoscenza che dice scientifica; la quale consiste nel fare la conoscenza condizionata da una realtà stimolante il soggetto. Stimolo che dicesi fisico per semplice sbadataggine; perchè come stimolo, di là dalla sensazione, con cui comincia la relazione tra realtà e soggetto che la vuol conoscere, esso non può essere che affatto irrelativo e quindi del tutto ignoto. E poichè per la scienza positiva tutto è natura, e questa come antecedente del pensiero non è conoscibile mai se non attraverso le reazioni del soggetto all' azione stimolatrice dell' essere naturale, è convenuto che la scienza positiva debba fasciare l' intelletto di una cognizione semplicemente fenomenica, oltre la quale si sprofonderà l'abisso inaccessibile e imperscrutabile dell'ignoto. Per la scienza positiva tutto è natura, di cui non si conosce altro che le obbiettive apparenze, variabili secondo i punti di vista o i postulati assunti dal soggetto. [L'*io*, così, è estraneo a tutto]: tutta la sua vita sarà un'illusione e sforzo destinato a fiaccarsi nelle dure leggi naturali » (1). Così, non potendo essere appagati da una scienza concepita in questa maniera naturalistica ed estrinseca (oppure astratta), gli scienziati stessi sono spinti, attraverso l'agnosticismo, a ricorrere ad una fede religiosa, perchè l'ignoto sempre li assilla. E non s'accorgono invece che questo ignoto, quest'inconoscibile non è fuori dello stesso soggetto, e che il pensiero mostra di dentro quel mistero che si cerca al di fuori. Tutta la realtà è dunque nella coscienza.

Ma non solo alla scienza empirica naturalistica, positiva, sfugge la realtà, perchè la cerca fuori del pensiero, fuori del soggetto spirituale, ma sfugge anche alla

(1) Gentile G., *Sistema di logica*. Bari, Laterza, 1923, Vol. II, p. 178.

scienza matematica, che è una logica astrattamente analitica, in quanto divide ciò che è unito, e svuota quello che è concreto, uccidendo quello che è vivo. Tutti gli espedienti per passare dal noto all'ignoto e per identificare termini artificialmente separati e fuori della loro intima connessione, rappresentano un perder tempo, e ci lasciano in un vuoto e in una ignoranza non minore di quella in cui ci lascia la scienza così detta positiva. È vero che la scienza, o meglio le scienze promettono sempre più vasto orizzonte di verità note da scoprire, anzi promettono l'unificazione o sintesi futura e finale, che però è essa stessa un ignoto, o meglio una illusione.

Ma allora ecco che gli scienziati rimproverano al Gentile l'infecondità di un sistema filosofico, qual'è l'idealismo assoluto; accusano insomma la filosofia di esser contraria « ad ogni utile applicazione alle necessità della vita, in quanto sbarra il passo alla scienza, il cui valore è pur dimostrato dai comodi che essa procura all'uomo, dagli aiuti che gli porge contro le forze avverse della natura, dal progresso che rende possibile in tutte le forme della vita sociale » (1). Ed il Gentile risponde: « certo, non si potrebbe discutere con gli scienziati della fecondità della filosofia, se gli scienziati fossero quei puri scienziati che essi credono e cultori di quell'astratta scienza che guarda al particolare come tale e non sa d'altro. Ma poichè la scienza come scienza particolare non è e non può essere altro che un'astrazione, e in realtà anche gli scienziati *pensano* e perciò fanno filosofia, si può invitare anche gli scienziati a considerare che la pretesa infecondità della filosofia è una conseguenza del loro astratto modo di concepire la scienza. La quale vive sì nel particolare, ma come vita dell'uomo che non si ri-

(1) GENTILE G. *Op. cit.* Vol. II p. 237.

durrebbe a indagare nessuna parte della natura e nessun oggetto comunque concepito, se la natura non fosse la sua natura, se l'oggetto non fosse il suo oggetto: se cioè egli non vi ritrovasse se stesso: quel se stesso, a cui direttamente guarda questa filosofia, egualmente utile e positiva, in quanto rivolta a quell'uomo intorno al quale si aggirano tutte le scienze » (1). E se le scienze soltanto credono di accrescere gli utili e i comodi della vita, e quindi la signoria dell'uomo sulla natura, e cioè sempre maggior libertà, quale concetto della libertà esse potrebbero avere, se « la vita dell'uomo non consistesse appunto nell'esplicazione della propria essenziale libertà? E per questo rispetto, le scienze stesse non marciano tutte sotto la bandiera di questa filosofia? La quale, appunto per questo suo concetto dell'uomo che è libertà, e libertà da realizzare, non solo non ha nulla da dire contro le scienze, ma le esalta tutte e le celebra come gagliarde organizzazioni del pensiero che realizza il suo mondo, il mondo della libertà » (2).

---

(1) GENTILE G. *Op. cit.* Vol. II p. 237.

(2) GENTILE G. *Op. cit.* Vol. II p. 337. E poi, l'autore, a pag. 238, così prosegue: « Alle scienze come atteggiamenti dello spirito la nostra filosofia vuole soltanto dare un avvertimento, che è conforme al loro stesso interesse, ammonendole che quella realtà a cui esse guardano non è tutta la realtà, e perciò è astratta. La concretezza, che è del tutto, è nel pensiero stesso con cui guardano alla loro realtà. Che solo guardando a questo centro in cui è il principio della vita, da cui ogni realtà germoglia, si può vedere l'astratto come tale e non chiedere ad esso ciò che non può dare: la vita dello spirito, che è libertà, e gioia. Quella gioia che tutti desideriamo sempre, anche nei nostri esperimenti, osservazioni o ispezioni microscopiche, nei nostri calcoli e nelle costruzioni dei nostri diagrammi e nella speculazione di tutte le leggi, con cui ci

Così troviamo novellamente ristabilita quell'unità di filosofia e scienza che più o meno arbitrariamente o ingegnosamente era stata rotta.

CONCLUSIONE

Ora, qual'è la conclusione di tutto questo capitolo, e anzi di tutto lo svolgimento del nostro studio?

Abbiamo visto come il problema della scienza dall'antichità fin ad oggi ha subìto delle caratteristiche trasformazioni, e cioè esso è stato risoluto diversamente; abbiamo visto come l'oggetto della scienza sia stato prima concepito e studiato come *natura*, prima materiale poi ideale, ma sempre astratta e fuori dello spirito umano; finalmente siamo giunti a veder definitivamente spostato questo oggetto dall'esterno all'interno, interiorizzandolo, idealizzandolo, ma anche vivendolo nello stesso soggetto spirituale, che diventa oggetto vero, centro e sorgente di tutte le scienze. Le scienze particolari vengono così riabilitate e unificate nella filosofia intesa idealisticamente. Alla qual conclusione si sono avvicinati continuamente gli stessi scienziati contemporanei, i quali, partendo dalla critica dei presupposti della scienza, hanno finito per concepire l'universo materiale — oggetto dei loro studi — non più come qualche cosa

---

pare di meglio intendere tutta la nostra esperienza; e perfino nei nostri sogni; sempre che pensiamo. Ma che l'esperienza stessa ci dimostra irrangiungibile, se si scambia, ripeto, l'astratto pel concreto, e se nel particolare, oltre la sua particolarità, l'uomo non sa scorgere l'universale, nell'oggetto il soggetto: se nel mondo insomma, egli non ritrova se stesso ».

di fisso, di immobile, di meccanico fuori del soggetto spirituale, riuscendo anzi molti di essi a concludere e formulare una dottrina relativistica (come p. es. quella dell'Einstein), la quale viene a dar ragione all'idealismo, perchè anche il relativismo (1) è costretto a considerare il soggetto spirituale umano, l'*Io*, come centro del mondo, il quale non ha nessun punto di riferimento assoluto con cui si possa paragonare e giudicare la verità oggettiva e stabile di uno *spazio*, di un *tempo* e di una *finalità assoluta* che sia fuori di *noi*.

È lecito dunque sperare, non che augurarsi, che in

---

(1) A proposito della teoria della relatività, che è ancora oggetto di vive discussioni, è da avvertire che essa non è opera cervellotica di un solo scienziato, ma si è andata maturando da secoli attraverso pensatori e scienziati di correnti diverse. Senza stare a rimontare ai filosofi dell'antichità, noi indichiamo soltanto i predecessori più vicini dell'Einstein (che è un fisico e matematico vivente), quali il Minkowski, il Lorentz, il Soldner, il Poincaré, il Fitzgerald ecc., i quali tutti, e con i loro studi e con i loro scritti, hanno dimostrato o intuito la impossibilità di uno spazio assoluto e di un tempo assoluto, e quindi la possibilità di concepire diversamente l'etere (da Maxwell in poi), diversamente i postulati della geometria e diversamente infine anche la stessa costituzione della materia. Sgretolata così la precedente concezione meccanistica, assoluta, e per giunta limitata dell'universo, l'Einstein ha trovato il terreno propizio a concludere circa il *relativismo assoluto*: cioè che è impossibile cogliere la realtà in sè, la realtà assoluta, indipendentemente da ogni particolare riferimento, dalla propria individuale prospettiva. Quindi il mondo non ha in fondo una realtà (obbiettività assoluta) indipendente da noi, perchè noi lo conosciamo mediante formule che sono il prodotto della stessa nostra mente, cioè la mente umana.

Questa dunque, noi concludiamo, è il centro del mondo, questa è l'unico punto di riferimento.

un tempo più o meno lontano, questa visione idealisticamente unitaria e sintetica, non intesa però soggettivisticamente (e perciò scetticamente relativistica), ma nel suo significato più profondo ed armonico, possa essere il terreno di intesa e di pacificazione di tutti i filosofi e scienziati, che non dovranno considerarsi più come nemici, ma come collaboratori e ricercatori di un'unica e medesima verità, la quale non è statica, ma dinamica — perchè tale è il nostro spirito — e che tuttavia, come attraverso un prisma, risplende di molti colori, dando luogo a diversi aspetti e punti di vista, che sono tali soltanto in apparenza.

INDICE